

# Optimerad betong spar cement och ger väsentligt lägre CO<sub>2</sub>-belastning

Klimatförändringen går snabbare än vad någon kunnat förutse. FN:s klimatrapport IPCC 2022 är ingen munter läsning. **För att bryta trenden krävs insatser, inte bara i sättet vi lever, utan även i vår yrkesmässiga roll.** Här kan vi som ingenjörer, arkitekter, byggherrar, projektledare och förvaltare med små medel spara både koldioxid, energi och även pengar genom att använda betong sparsamt, och att framför allt välja betong med låg cementhalt i bostäder och kontor.

TEXT & FOTO: PER KARNEHED

**B**yggnader ska dimensioneras utefter de krafter som de kan förväntas utsättas för under sin livstid. Samhället anger funktionskrav och vilka säkerhetsmarginaler som vi ska använda vid uppförandet av konstruktionerna. Ingenjörerna har sina verktyglådor med beprövade formler och beräkningssätt och vet vanligtvis vad som krävs för att få en stabil och hållbar konstruktion i dagens läge. Potentialen att minska cementanvändningen i betong är minst 30%, sannolikt 50% inom bostads-

sektorn. Förvånande nog blir resultatet både billigare, enklare och snabbare byggen! Idag används betong med alldeles för hög kvalitet vad avser hållfasthet i byggnaderna av bostäder, skolor, vårdlokaler, kontor etc. Varför gör vi ingenjörer så?

#### UTVECKLING AV MODERN, TÄT BETONG

Sedan mer än 10 år har betongindustrin med framgång reducerat andelen Portlandcement som bindemedel i betong. Detta är en mycket bra och helt nödvändig omställning som sannolikt inte gått någon förbi i och med turbulensen kring Cementas process för sin kalkbrytning på Gotland.

Genom att ersätta delar av Portlandcement med granulerad masungsslagg, flygaska från stenkolsförbränning, kalkstensfiller etc. har cementindustrin framgångsrikt reducerat behovet av kalkbränning med mellan 10 till 60% för betongen. Modern betong tillverkad av cement i klass CEM II eller III blir mycket tät och har ofta goda arbetsegenskaper. Helt enkelt en väldigt bra betong!

#### MINSKAD ARMERINGSMÄNGD

Betong med ett vct kring 0,55 behöver mindre armering för att reducera mängden krympsprickor jämfört med en betong med

→ lägre vct typ 0,40 eller i värsta fall 0,32. Konstruktionens förmåga att hantera laster beräknas av konstruktören. Mängden armering och kvalitet på betongen räknas fram på ingenjörsmässiga grunder. Ska andelen cement ökas i betongen för att till exempel möta felaktiga krav på uttorkning, måste mängden armering som håller emot betongens sprickbenägenhet läggas till. Ett lågt vct leder alltid till mer armering jämfört med ett högre vct. Mer armering kostar pengar och försvårar gjutningen ute på arbetsplatsen eftersom det tar längre tid att montera och blir svårare att få ner betongen mellan armeringsjärnen. Hög vct ger en smidig betong medan lågt vct innebär en styvare trögflytande betong. Det blir alltid billigare och går snabbare att bygga och gjuta med mindre armering i konstruktionen.

#### MINSKAD CEMENTMÄNGD

Modern miljöbetong med vct 0,55 använder mindre än 200 kg Portlandcement per kubikmeter betong i jämförelse mot en uttorkningsbetong med vct 0,34 som innehåller ca 520 kg. Slutar man att överdimensionera med lågt vct finns det stora miljövinster att göra. Betongbranschen kan då medverka till en stor minskning av koldioxidutsläppen. Men då är det viktigt att övriga aktörer, och framför allt de som utger sig för att kunna fukt, låter bli att föreskriva krav på lågt vct ur fuktsynpunkt. Det är dags att ta ett ansvar för miljö och klimat och inse att fuktfrågor inte ska lösas med mer cement i betongen. Så låt konstruktören ange den vct som behövs för att få bärighet och hållfasthet i konstruktionen. Erfarenhetsmässigt kommer ni i 95% av alla projekt att landa på ett vct kring 0,55 i ytterväggar, bjälklag och bottenplattor för bostadshus, kontor, skolor, vårdlokaler och liknande.

#### BYGGFUKT

Som motvikt till betongindustrins utveckling har det blivit en olycklig polarisering vad gäller fuktproblematik i modern tät betong. Ingenjörer, projektledare och fukt-sakkunniga har motverkat omställningen till mindre klimatbelastande betong genom att föreskriva högre andel cement i betongen! Man har försökt få bukt med fukt genom att använda uttorkningsbetong med låga vct. Så besparingen av cement som betongindustrin under många år genomfört, har fuktkonsulter tillfört i andra änden. En negativ utveckling som motverkar försöken att minska betongens totala klimatpåverkan i byggindustrin. Nu har *Byggföretagen* med Ted Rapp, som är ansvarig för fuktmätningssystemet RBK i betong, visat att inte ens betong eller

avjämningsmassa som torkat ner under 85% respektive 63% RF ger emissionsfria golvkonstruktioner (Husbyggaren nr 6, 2021). Det är sannolikt helt lönlöst och direkt felaktigt att föreskriva en viss RF i modern tät betong. Låg RF medför inte längre emissionsfria golv på modern tät



## Det är dags att ta ett ansvar för miljö och klimat och inse att fuktfrågor inte ska lösas med mer cement i betongen.

betong. Restfukten i betongen kan i stället hanteras på ett ingenjörsmässigt sätt genom att kravställa betongens täthet och använda korrekta limmer, ytskikt och praktiska mätmetoder.

#### KRAV PÅ MODERN TÄT BETONG

För att bygga bostäder, kontor, skolor, vårdboenden, hotell och andra byggnader med uppvärmt inomhusklimat och normal luftfuktighet på 30-60% RF, kan kravställningen på fukt i betongen förenklas betydligt jämfört med idag. Konstruktionerna ska vara isolerade och inte utsatta för tillskjutande fukt. Det säkerställs med fuktsäkerhetsprojektering enligt ByggaF. Modern tät betong med klass CEM II eller III är vattentät om vct anges till 0,6 eller lägre. Det är exponeringsklassen för att skydda armeringen mot korrosion samt hållfasthet i betongen som ska avgöra om det behövs en vassare betong med mer cement och bindemedel än 0,6, men det ska en konstruktör avgöra. Fortfarande förekommer alldeles för många myter om att uttorkningsbetong med vct från 0,34 till 0,40 skulle behövas i badrum, på bjälklag, i bottenplattor eller i foggjutning i håldäcksbjälklag, Hd/f. Ur fuktsynpunkt behöver man föreskriva betong CEM II eller III med vct runt 0,55, varken mer eller mindre. Betongen får dock inte avge ammoniak eller andra gaser som kan påverka ytskikt och inomhusmiljö negativt.

#### KONTROLL AV BYGGFUKT

Med modern tät betong som har vct 0,6 eller lägre, kan restfukten kontrolleras genom ett enkelt test med en plastfolie som

tejpas mot ytan. Metoden är en förenklad version av en amerikansk standard som funnits länge, ASTM D 4263-83. Man tar helt enkelt en byggfolie med måtten 0,5×0,5 m och tejpar den med minst 50 mm bred tejp mot betongen så att det blir en förseglad yta under plasten. Finns kondens under plasten efter 16 timmars mätperiod behöver underlaget torka mer. Är det ingen kondens under plasten är däremot konstruktionen tillräckligt uttorkad! Detta är ingen ny metod eller oprövad teknik, utan något som funnits och tillämpats under lång tid. Problemet är att det inte går att försörja sig som fukttekniker med denna mätmetod och alternativa system som är debiterbara har i stället föreskrivits. Men vi fuktkonsulter kan nog vara lugna eftersom det fortfarande finns massor av andra fuktproblem att utreda.

#### AVJÄMNING SOM FUKTBUFFERT

Undertecknad och Tekn. Dr. Anders Sjöberg publicerade 2018 de första rönen om att man kanske kunde använda avjämningsmassa som fuktbuffert eftersom modern tät betong inte torkade ner under 85% RF mätt enligt RBK-metod på samma sätt som ordinarie Portlandcement. Denna metodik har sedan utvecklats av flera aktörer, och fram tills september 2021, när Byggföretagen samt SBUF publicerade resultaten av emissionsmätningar under limmade mattor på modern tät betong, var det en accepterad lösning. Nu vet vi däremot att det trots ett RF på 63% i avjämningsmassan uppstår emissioner under plastmattor som limmas på torra underlag med vattenburna limmer. Att räkna på omfördelning av fukt i betong och avjämningsmassa är både svårt, tidskrävande och numera helt bortkastat. Det finns helt enkelt inga kritiska RF att förhålla sig till eller tillförlitliga materialdata. Beräkning och verklighet stämmer inte överens eftersom det blir emissioner till och med vid 63% RF. Avjämningsmassan fungerar som fuktbuffert men avhjälper inte processen som leder till emissioner under limmade mattor med dagens teknik.

#### BEHÖVS AVJÄMNING PÅ MODERN TÄT BETONG?

Nej, det behövs inte någon avjämningsmassa på modern tät betong. Ytan på betongen kan såklart behöva en lokal avjämningsmassa för att erbjuda en slät yta eller för att skapa fall i våtrum. Men det kan utföras lokalt på enskilda ytor. Det behövs därför inte föreskrivas på några ritningar längre, utan betongens tjocklek kan utformas så som konstruktören anger för hållfasthet, ljud- och brandkrav. Att föreskriva 20 mm avjämningsmassa som fuktbuffert leder till ökade kostnader med ca 200-250 kr per kvadratmeter

och längre produktionstider. Rådet är att utforma konstruktioner med modern tät betong utan avjämnning.

#### SPÄRRSIKKT

Idag finns en marknad för olika spärrskikt som marknadsförs som alternativ på betongytor eller till och med på avjämningsmassor när uppmätt RF i underlaget överstiger 85 eller 90% enligt RBK-metod. Att i nyproducerade byggnader introducerar kemiska ämnen eller skikt som påstås spärra fukt eller emissioner måste anses som ett stort misslyckande i nyproduktion. Det kostar både pengar, tid och är resurskrävande med negativ miljöpåverkan. För de byggnader som artikeln berör, behöver ni inte använda spärrskikt på betong ur fuktsynpunkt om ni följer råden som ges. Spärrskikten kostar mycket pengar, vanligtvis 200-300 kr per kvadratmeter. Och deras tekniska specifikationer är märkvärdigt tunna och utlovade utfästelser som fuktspärrar eller alkalispärrar bör tas med en stor nypa salt. De system som bygger på aluminiumfolie har i och för sig en fuktspärrande funktion, men avjämnning måste i vilket fall läggas på skiktet om en matta ska limmas. Då får man ändå emissioner under mattan. Spärrskikt av epoxi ska undvikas i nyproduktion och spärrskikten i form av vätskor fungerar inte som fuktspärrar och har i vilket fall inga garantier ihop med underlaget, limmet eller mattan såvitt undertecknad känner till.

#### VARFÖR STÄLLER VI INTE OM?

När man vet att det blir emissioner trots att RF är under 85% i betongen, att 5-20 mm avjämnning inte räcker och att ett vätskebundet spärrskikt inte fungerar som fuktspärr, hur kan man ens tänka tanken att detta är rätt väg att gå 2022? Att föreskriva 85% RF i en modern tät betong med vct 0,6 eller lägre är inte längre acceptabelt ur en samhällsekonomisk synvinkel. Det kan inte ligga i någon Byggherres intresse att förbruka mer resurser än nödvändigt bara för att man kan? Tar man med kostnaden för arbetsplatsen att nå ner till 85% RF genom att ha väderskydd för betongen, försöka tillföra värme under byggtid och andra helt onödiga insatser när man trots det får emissioner under mattor med traditionella limmer, måste frågan om okunskap och ignorans för miljöarbetet lyftas. Kan eller vill byggbranschen verkligen inte bättre än så?

#### VAD KRÄVS FÖR ATT STÄLLA OM?

Betongen ska vara av klass CEM II eller III, vara minst tre månader gammal och färdigkrymt. Folietestet ska visa att det inte uppstår någon kondens. Vct bör ligga på 0,55-0,6



Folietest. En byggfolie med måtten 0,5×0,5 m tejpas över betongen. Finns kondens under plasten efter 16 timmar behöver betongen torka mer.



Parkettgolvt lagt på räfflad underlagsfoam med ångspärr på ena sidan.

om konstruktören inte anger annat från statisk synpunkt, konstruktionen ska så klart hålla för de tänkta lastfallen. Det ska heller inte föreligga risk för tillskjutande fukt, vilket kontrolleras genom en fuktsäkerhetsprojektering. Underlaget ska inte avge ammoniak eller andra gaser som kan missfärga exempelvis ekparkett. I övrigt gäller det att släppa föråldrade branschregler som hämmar utvecklingen och trots allt inte ger emissionsfria konstruktioner.

#### PARKETT

Har de grundläggande kriterierna på underlaget uppfyllts enligt ovanstående, kan vanlig parkett med stegljudsfoam eller 0,2 mm

PE-folie läggas. För de som inte riktigt litar på utsagorna i denna artikel, finns då alternativet med stegljudsfoamen IMEX Softline ProVent, där leverantören garanterar 50 års funktion på underlag upp till 97% RF.

Förhoppningsvis anpassar sig de större leverantörerna så som Kährs och Tarkett till dessa nya rön och ger sedvanliga produktgarantier om underlaget utformas korrekt. Det vore tragiskt om kraven på 90% RF enligt RBK-mätning kvarstår om det som idag medför att man felaktigt väljer en vassare betong med lågt vct för att man lever i tron att det är viktigt med uttorkning av modern tät betong. Folietest av fukt i underlaget räcker.

## → KLINKER

För våtrum med kakel och klinker, ska man välja de cementbaserade diffusionsöppna tätskikten som alla större leverantörer nu har i sitt sortiment. Man ska inte montera en våtrumsfolie på betongen, eftersom fukt riskerar att stängas in samtidigt som flera av limmerna som används idag inte är cementbaserade. Tätskiktmsanschetter och vävremсор ska monteras som vanligt, men själva golvet utförs med cementslamma. Det enda man bör lyfta fram är att avjämnningen som läggs för att skapa fall måste vara fuktskadestabil. I övrigt tillåter de senaste utgåvorna av BBV och GVK denna typ av tätskikt på betonggolvet i våtrum utan att man gör avsteg från branschregler. Det är denna typ av tätskikt som används i offentliga miljöer som badhus, duschrum och tvättstugor. Kostnaden ska inte vara högre än för ett foliesystem när hantverkare och leverantörer lagerhåller detta som ett standardsortiment.

## PLASTMATTOR OCH LINOLEUM

För att hantera fukt från lim under linoleummattor, stegljudsmattor, plastmattor och textilmattor med tät undersida har utvecklingen av ett cementlim för golvindustrin genomförts av Hey'di. Tarkett och Forbo som är stora leverantörer av plastmattor och linoleum har under hösten och vintern 2021/22 deltagit i flera projekt där man utgått från en befintlig limprodukt baserad på lågalkalisk cement för att limma mattor mot underlaget. Stegljudsdämpande mattor, textilmattor, våtrumsmattor och mattor för industrilokaler har limmats på betong där RF på sina håll uppgått till 98% enligt RBK-metod. Limmet heter Hey'di Golvlim RF och är en äldre produkt som modifierats för att kunna användas av golvläggare ihop med de vanligast förekommande plastmattorna och linoleummattorna på den svenska marknaden. En golvläggare behöver ett lim med initialhäfta för mattan, som kan vara styv och svår att forma. Noggranna instruktioner har utarbetats ihop med kunniga golvläggare och utvecklingen för att anpassa primer etc. för olika underlag fortsätter.

## LÖSLAGDA MATTOR

Det finns idag ett stort urval av löslagda mattor. De fungerar vanligtvis utmärkt ihop med modern tät betong som har ett vct på 0,55 till 0,6. Utför ett folietest för att kontrollera eventuell restfukt i underlaget.

## MASSAGOLV

Genomförs en fuktkontroll med tejpplastfolie med gott resultat, kan massagolv eller likvärdigt monteras enligt leverantörens

anvisningar. Modern tät betong kan annars med fördel slipas av och dammbindas eller impregneras med ett vattenavvisande medel så att ett slitstarkt, lättstädad betonggolvet erhålls utan dyr efterbehandling. Det ger en robust och slitstark yta som är lämplig för fläktrum, teknikrum etc. Betongens vattentäthet gör att inga extra fuktskydd behövs. Se bara till att väggarnas nederkant skyddas av ett hålkål eller liknande. Därmed faller behovet av en plastmatta i denna typ av utrymme bort. Plastmattan stökar ofta till produktionen eftersom betongen inte har torkat tillräckligt när fläktaggregatet ska lyftas på plats. Kan vara värt att tänka på?

## SAMVERKAN

Ska byggbranschen ta sitt ansvar och minska sina utsläpp av koldioxid bör vi varje dag vidta lite nya saker för att minska koldioxidutsläppen utan att för den skull äventyra kvalitet eller hållbarhet i projek-

ten. Undertecknad har i drygt 5 års tid använt ovanstående metoder och material i minst 5 000 bostäder och 100 000-tals kvadratmeter kontor och skolor med gott resultat. I vissa projekt går det enkelt att med ingenjörspraxis förklara och redovisa varför man frångår branschregler, medan det i andra projekt möter mer motstånd. Genom engagemang och grundläggande materialkunskap kan vi tillsammans utveckla branschen för att möta de stora utmaningar som samhället faktiskt står inför när det gäller klimatförändringar.

Väl mött i byggsvängen! ■



Två av de större leverantörerna av plastmattor och linoleum har under hösten och vintern 2021/22 deltagit i flera projekt där man utgått från en befintlig limprodukt baserad på lågalkalisk cement för att limma mattor mot underlaget. En golvläggare behöver ett lim med initialhäfta för mattan som kan vara styv och svår att forma.

**PER KARNEHED**  
SBR ing. Energiexpert och  
diplomerad fuktsakkunnig  
Karnehed Design &  
Construction AB

