

# Finns det någon fördel med modern, tät betong?

Ja, samma som dess primära nackdel – tätheten. I de tidigare artiklarna, **Betongfunktion: Uttorkning** (Stelmarczyk m.fl. 2017a), **Självuttorkning av betong** (Stelmarczyk m.fl. 2017b) samt **Diffusionsuttorkning av betong samt annat fuktutbyte med dess omgivning** (Stelmarczyk m.fl. 2017c), gavs en generell bild av betongens uttorkning, dess olika delar samt principer för fuktomfördelning mellan betong och omgivande material. Olika mekanismer som bidrar till fukttillståndet i betong presenterades och förklarades samt en jämförelse gjordes hur dessa mekanismer fungerar i vad branschen betraktar som gammaldags betong, dvs. betong med relativt grovmald Ordinarie Portlandcement (OPC) som enda bindemedel och naturballast, resp. en modern, i regel mycket tätare betong med mineraliska tillsatsmaterial och krossballast. En rad grundläggande principiella slutsatser drogs. Nu är det dags att sätta kunskapen i tillämpning och studera hur en modern, tät betong fungerar i en rad typiska tillämpningar där fukttillstånd och fuktsamverkan med golvmaterial är av intresse. Vi kommer att presentera ett urval av resultat ur det pågående SBUF-projektet 13354 "Utredning av funktionell uttorkningsnivå hos betong med mineraliska tillsatsmaterial". Samtliga resultat baserar sig på simulering av fuktomfördelning vid 20° C med hänsyn tagen till hysteres i sorption hos de inblandade materialen. Denna artikel kommer att fokusera på hur den kraftigt ökade tätheten förändrar fuktsamspelet mellan materialen i tillämpning. Denna jämförelse kommer att ställa två typer av betong mot varandra:

- Gammaldags OPC-baserad betong
  - Relativt grovmald OPC som enda bindemedel, naturballast
  - Materialdata Nilsson 1994 (Betonghandboken) för vct 0,40 samt 0,55
- Modern, tät betong
  - OPC med mineraltillsatser (slagg, silikastoft eller flygaska), varierande malningsgrad hos klinkern anpassad till mineraltillsatsen i fråga, natur- eller krossballast
  - Materialdata inmätta vid Avdelningen för Byggnadsmaterial, LTH, hämtade från Saeidpour & Wadsö 2016, Olsson m.fl. 2018 samt Stelmarczyk m.fl. 2018 rörande betong med olika vattencementtal samt olika inblandningsgrad av slagg och silikastoft resp. en inblandningsgrad av flygaska

För den moderna betongen kommer vi inte att diskutera olika vattencementtal, inblandningsgrader av mineraltillsatser resp. ballastdetaljer. Anledningar till detta är att det finns många sätt att göra betongen väldigt mycket tätare än den gammaldags OPC-baserade. Det väsentliga är inte hur man åstadkommit den höga tätheten utan att betongen har en fukttansportförmåga som är en tiondel till en femtondel av fukttansportförmågan hos den OPC-baserade. Här nöjer vi oss med att använda materialdata för en betong som ses som representativ för denna princip och som inte heller tillhör de tätaste och mest extrema som behandlats i ovan nämnda källor.

Observera dock att all betong som levereras idag inte nödvändigtvis har den tätheten som betongen i simuleringarna nedan. Man kan få betong baserad på grovmald OPC som enda bindemedel – den kommer naturligtvis att uppföra sig huvudsakligen som den gammaldags betongen. Man kan även få betong som kombinerar en rad faktorer, bidragande till förtätningen, som kommer att resultera i en tätare betong än vad som redovisas nedan. Även inblandning av filler, finpartiklar i krossballasten samt olika hydratationsförlopp kan inverka på den uppnådda tätheten i varje enskilt fall.

## I princip omöjligt att diffusionsuttorka

Som det redan presenterades i slutet av den föregående artikeln *Diffusionsuttorkning av betong samt annat fuktutbyte med dess omgivning* (Stelmarczyk m.fl. 2017c), har modern, tät betong en mycket lägre transportförmåga avseende fukt. Detta medför ökade tider för diffusionsuttorkning av konstruktioner. Ett exempel på detta visades redan i den förra artikeln. Här ger vi en sammanställning av tider för diffusionsuttorkning för en rad olika fall. I Tabell 1 redovisas resultat av simuleringar för en 100 mm tjock platta på mark.

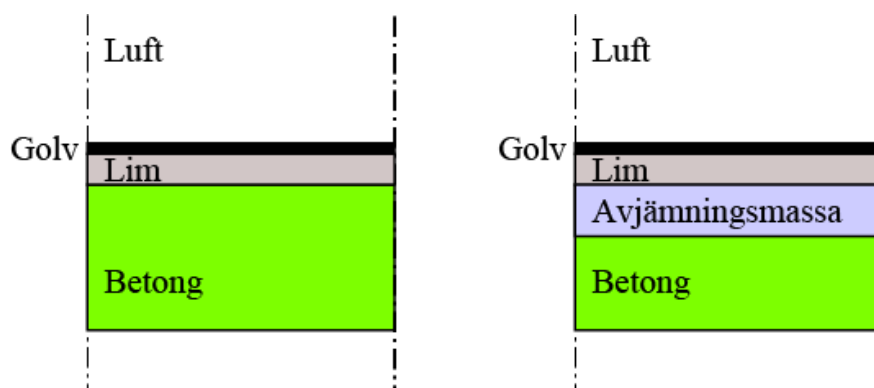
Betong	Självtorkad till	Torktid i luft med 40% RF	Torktid i luft med 60% RF
OPC vct 0,40	90% RF	129 dygn	168 dygn
OPC vct 0,55	95% RF	282 dygn	363 dygn
Modern tät	90% RF	562 dygn	647 dygn
Modern tät	95% RF	850 dygn	1024 dygn

Tabell 1 Tider för diffusionstorkning till 85% RF på ekvivalent mätdjup enligt RBK 2017 för en 100 mm tjock platta på mark. Enkelsidig uttorkning.

Här bör observeras att självtorkning och diffusionsuttorkning i verkligheten pågår parallellt, åtminstone delvis. Trots det blir jämförelsen något skrämmande inför ett byggprojekt där en konstruktion med modern betong skall diffusionsuttorka. Torktider på flera år är helt enkelt inte hanterbara i verkligheten. Tiderna ovan gäller 100 mm tjocka konstruktioner och kommer att öka med ökande konstruktionstjocklek. **Den generella slutsatsen blir att modern tät betong i princip inte går att diffusionsuttorka på ekvivalent mätdjup enligt RBK 2017.**

## Kan matta limmas direkt på betong?

En typisk tillämpning med hög känslighet för fukt är limning av ytskikt direkt på betong, se Figur 1 vänster.



Figur 1 Ytskikt limmat direkt på betong (vänster) och på avjämningsmassa på betong (höger).

Limmets fukt måste då relativt snabbt tas upp av underlaget eller diffundera ut genom ytskiktet så att limmet torkar och fäster ytskiktet på betongen. Samtidigt får den resulterande fuktnivån i underlaget under limmet inte vara för hög för då möjliggörs en alkalitransport som riskerar att orsaka nedbrytning av limskiktet genom hydrolys av limmets polymerer. Låt oss studera limmets förmåga att torka på olika underlag med betong som skiljer i täthet.

Här har vi valt att simulera ett relativt tätt ytskikt, Tarkett iQ Optima, med ett ånggenomgångsmotstånd på ca 2 960 000 s/m. Limfukten, som skall absorberas under denna simulering, ca 90g/m<sup>2</sup>, gäller för ett flertal limmer på marknaden, t.ex. Casco Proff Universal eller Casco Proff Solid, applicerad med 3m<sup>2</sup>/l. Denna simulering utgår från att betongen torkats ut i enlighet med Tabell 1 innan mattan limmas.

Betong	Torktid för lim. Luft med 40% RF	Torktid för lim. Luft med 60% RF
OPC vct 0,40	2 dygn	2 dygn
OPC vct 0,55	1 dygn	1 dygn
Modern tät	89 dygn	150 dygn
Modern tät + 10mm avjämningsmassa	1 dygn	1 dygn

*Tabell 2 Tider för uttorkning av vattenbaserat lim under Tarkett iQ Optima, lagt på betong uttorkad i enlighet med Tabell 1, utan och med Weberfloor 140 Nova som avjämningsmassa.*

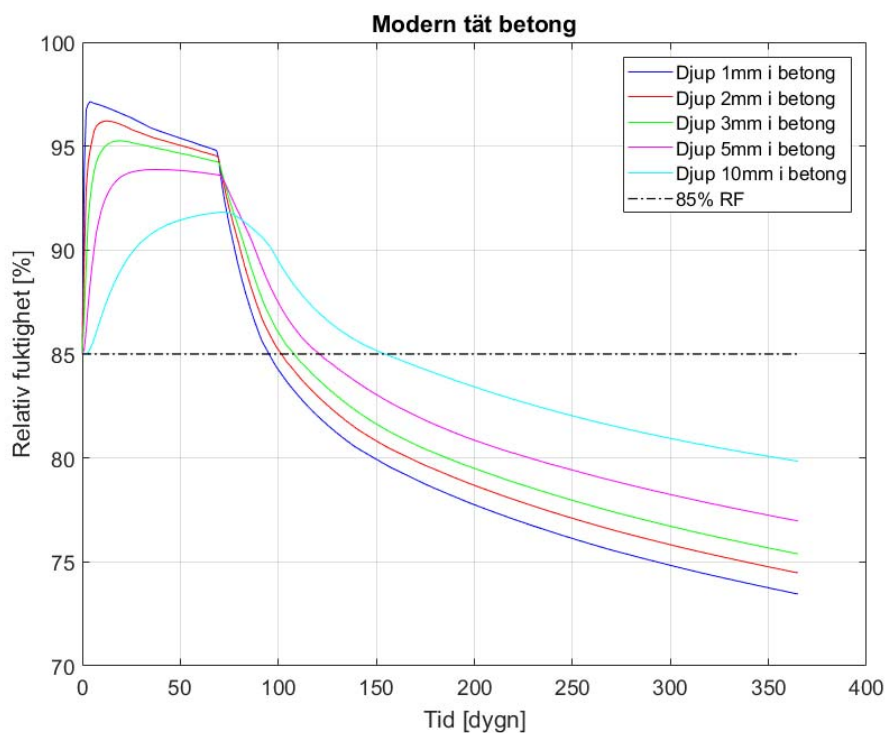
Vad som klart framgår är att modern, tät betong har stora svårigheter med att buffra upp limfukten. Eftersom betongen är så tät tvingas en ansenlig del av limfukten att diffundera genom ytskiktet. Hela denna process tar oacceptabelt lång tid och detta trots att vi i enlighet med Tabell 1 låtit den moderna betongen torka i upp till flera år innan mattan limmas. Att satsa på självuttorkning av betongen i stället för diffusionsuttorkning eller uttorkning till en lägre RF-nivå kommer inte att göra saken bättre, eftersom det är tätheten och inte fuktnivån som är utmaningen. Som en jämförelse har även en simulering utförts med modern, tät betong med ett lager avjämningsmassa. Denna har en relativt öppen porstruktur, dvs. god transport- och buffringsförmåga för fukt. Som framgår av resultaten kan avjämningsmassan hantera problemet med torktiden för limmet. Detta resultat var väntat eftersom vi genom detta lager av avjämningsmassa återställt transport- och buffringsförmågan i skiktet under limmet. Detta är förmågorna som den gammaldags, öppna betongen hade, men som den moderna, täta betongen saknar.

## Hur är det med emissioner?

Effekterna av hög relativ fuktighet som möjliggör alkalitransport finns väl dokumenterade i litteraturen. Intressant nog finns även ett fall av mycket tät betong med direktlimmad matta att studera i Wengholt Johnsson 1995. I denna publikation undersöktes samband mellan fuktbelastning i betong, betongkvalitet och emissioner. Golvstycken av olika slags betong torkades till olika höga relativa fuktigheter varpå man limmade en matta på dem och mätte eventuella resulterande emissioner. Detta gjordes för att fastställa ett samband mellan RF på ekvivalent mätdjup och mängden emissioner. Den självtorkande betongen i jämförelsen var baserad på OPC med 5% tillsatt silikastoft, med ett vattenbindemedelstal (vbt) på 0,40. Betongen självtorkade till 85% RF varpå en PVC-matta limmades på betongytan och emissioner mättes vid 43, 116, 170 samt 233 dygn efter limning av matta. Denna försöksuppsättning resulterade i förhöjda emissioner – klar höjning vid 43 dygn, toppvärden vid 116 samt 170 dygn och vidare minskande vid 233 dygn. Den maximala nivån var dock inte lika hög som för emissioner uppmätta för ren OPC vct 0,66, alltså betong med en mycket öppen porstruktur, som torkats endast till 95% RF. Slutsatsen i publikationen var att förhöjda emissioner observerades för betongen med vbt 0,40 trots att betongen hade självtorkat till 85% RF. Förklaringen som angavs var den höga cementhalten som antogs resultera i högt pH. I slutsatsen nämndes inte att i samma publikation redovisas en mätning av alkalihalter på olika djup i de använda

betongerna, där den omnämnda självtorkande blandningen ligger bland de betonger som har lägst alkalihalt, vilket normalt även medför lägst pH.

Undersökningen i Wengholt Johnsson 1995 genomfördes utan att titta närmare på betongens varierande transport- och buffringsförmåga. Detta begränsar kraftigt möjligheten till analys av vad som egentligen händer i betongen samt de bakomliggande mekanismerna och förmågan att dra korrekta slutsatser. Låt oss titta en gång till på denna mätning, fast med ny kunskap om betongens fuktegenskaper. Den i Wengholt Johnsson 1995 använda, självtorkande betongens sammansättning är fullt jämförbar med några av materialen inmätta i Olsson m.fl. 2018 (OPC + 5%SF, vbt 0,38 resp. 0,53), vilket avslöjar att denna betong var i samma täthetsklass som den moderna, täta betong vi använder i simuleringar i denna artikel. Låt oss då simulera fallet med pålimmad PVC-matta (antagen ånggenomgångsmotstånd på 2 000 000 s/m), ett lim med ca 3/5 limfukt jämfört med simuleringar ovan, samt 40% RF i omgivande luft. Fokus här ligger inte längre på limmets torktid utan på relativ fuktighet i betongen omedelbart under limmet, se Figur 2.



Figur 2 Relativ fuktighet som funktion av tid i olika skikt i betongen under en pålimmad matta, simulering av självtorkande betong (OPC med 5% SF, vbt 0,40) från Wengholt Johnsson 1995.

Eftersom vi saknar exakta sorptionsdata för limmet, ser övergången mellan blött och torrt lim vid ca 70 dygn mer skarpt ut än vad den kommer att vara i praktiken. Däremot bör principen för fuktomfördelning samt den ungefärliga tidsaspekten stämma väl överens med verkligheten. Det vi ser, fram till ca 70 dygn, är limmets uttorkning. Limmet släpper ifrån sig sin fukt som delvis går ut genom mattan (ses inte i diagrammet) och delvis tas upp av betongen. Eftersom betongen har låg transportförmåga tar den upp fukten långsamt. Det byggs upp en stor gradient och vi ser att de översta millimetrarna i princip når upp till full fuktmättnad (100% RF är inte möjligt i betong då det finns joner lösta i porvätskan). Efter att limmet torkat ut vänder flödet och betongen börjar torka

genom den pålimmade mattan. När vi nu jämför denna bild med de uppmätta emissionerna kan följande slutsatser dras:

- **Limmet är i kontakt med betong med ett RF långt över 85% i nästan 100 dygn. Detta är fullt tillräckligt för att förklara förekomsten av emissioner.**
- **Eftersom fuktflödet går in i betongen under limmets torktid, kommer alkalitransporten att initialt vara begränsad, då den endast sker genom diffusion pga. skillnad i alkalikoncentration mellan betong och lim. När flödet vänder bör alkalitransporten öka och ske både genom diffusion och konvektion (jonerna transporteras av vattnet som flödar uppåt i betongen). Tar vi dessutom hänsyn till att det bör finnas en tidsmässig fördröjning mellan limmets nedbrytning och registrering av emissioner i luften ovanför golvet, sammanfaller fukt bilden väl med begränsade emissioner vid 43 dygn, två toppar vid 116 resp. 170 dygn och avtagande emissioner vid 233 dygn, dvs. det som registrerats.**
- **Eftersom den använda betongen innehåller en inblandning av silikastoft som reagerar med portlandit och reducerar betongens pH, vilket även framgår av undersökningar i publikationen i fråga, måste den publicerade slutsatsen om högt cementhalt och högt pH som orsak till registrerade emissioner anses vara felaktig.**
- **Tilläggs kan att Wengholt Johnsson 1995 även visar att då samma betong används med 5-10mm avjämningsmassa mellan betongytan och limmet reduceras emissionerna avsevärt.**
- **Emissioner från golv limmade direkt på betong med lågt vattencementtal samt mineraliska tillsatsmaterial förorsakas huvudsakligen av den ökade tätheten i betongen och dess konsekvenser för fuktverkan och inte pga. ett påstått förhöjt pH.**

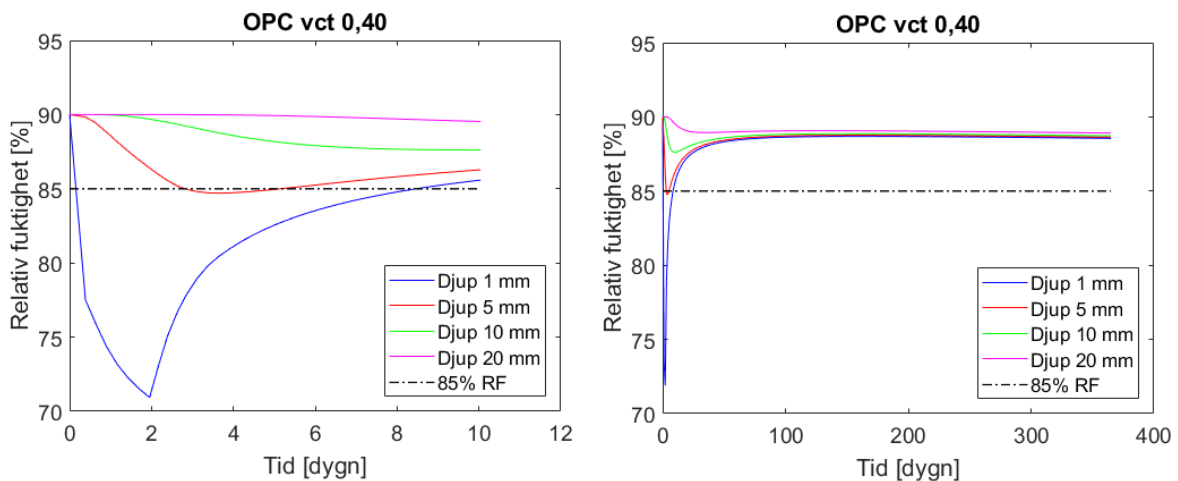
**Att limma ytskikt direkt på modern, tät betong är alltså inte att rekommendera. Dels kommer det att resultera i orimliga torktider för limmet. Dels kan man räkna med alkalitransport pga. kraftig uppfuktning av betongens översta skikt, och resulterande nedbrytning av lim med eventuella tillhörande emissioner om man inte använder lågemissionslim.**

## **Var hittar man fördelarna?**

Inom den förhärskande arbetsmetodik som är framtagen för en betong med relativt öppen porstruktur är det svårt att se några fördelar med den moderna, täta betongen. Metodiken förutsätter öppenheten i prostrukturen och den resulterande möjligheten till diffusionstorkning inom rimlig tid samt buffringsförmågan vid t.ex. användning av vattenbaserat lim. För att hitta fördelarna måste man "tänka utanför boxen" och utforska nya arbetssätt konstruktivt. Våra simuleringar visar att det kan vara värt besväret.

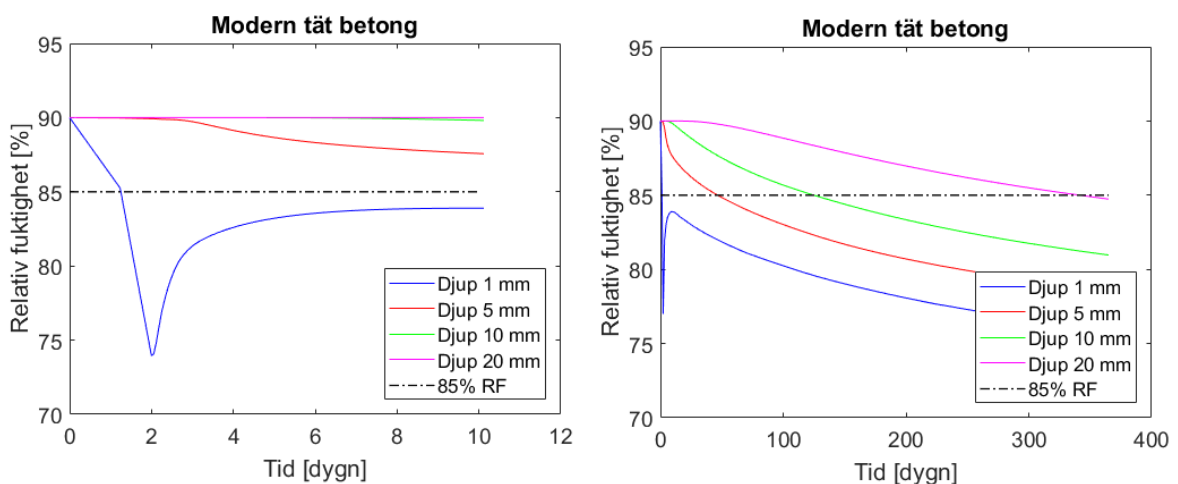
Det första exemplet på fördel i tillämpning kommer att hantera ett fall som inte blivit särskilt vanligt ännu – ytskikt som appliceras med lim som inte är vattenbaserat och som följaktligen inte behöver bli av med fukt. Även om just denna lösning inte används särskilt ofta är exemplet viktigt då det visar på vikten av att modern, tät betong släpper ifrån sig fukten väldigt sakta.

I detta fall simulerar vi ett relativt tätt ytskikt med samma ånggenomgångsmotstånd som Tarkett iQ Optima använd i tidigare simuleringar, som limmas direkt på betong. Vi antar en självuttorkning till 90% och därutöver får betongen diffusionstorka i 2 dygn mot luft med 40% RF, för att initiera en fuktgradient i själva ytan.



Figur 3 Relativ fuktighet som funktion av tid på olika djup i betong med OPC med vct 0,40 och ytskikt limmat med icke-vattenbaserat lim. Vänster de första 10 dygnen, höger de första 365 dygnen.

Limskiktet i detta fall behöver inte bli av med fukt eftersom limmet inte var vattenbaserat. Vad som däremot är intressant är att vi testar att limma mattan utan att ha uppnått 85% RF på ekvivalent mätdjup i betongen. För OPC-fallet i Figur 3 ser vi klart och tydligt att detta inte kommer att fungera. Vi får först en viss uttorkning någon millimeter in i betongen men så fort ytskiktet läggs på sker en kraftig omfördelning av fukt i betongen. Efter några dagar har hela betongtvärsnittet över 85% RF. Detta sker typiskt när betongen är relativt öppen och ytskiktet är mycket tätare. Ytskiktet blir då flaskhalsen i det totala fuktflödet. Fukten i betongen omfördelas till en jämnare profil och betongen torkar sedan långsamt genom ytskiktet.



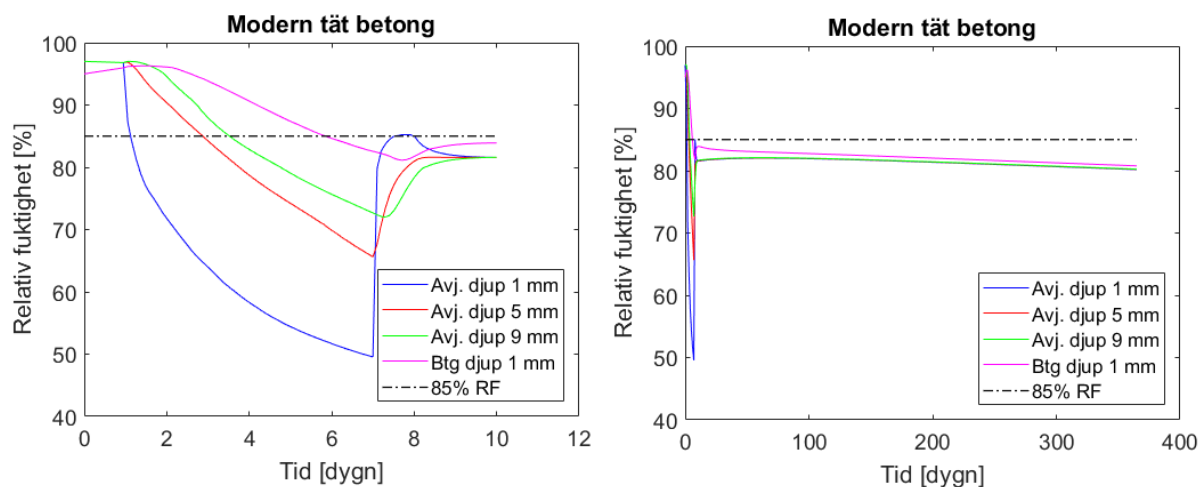
Figur 4 Relativ fuktighet som funktion av tid på olika djup i modern, tät betong med ytskikt limmat med icke-vattenbaserat lim. Vänster de första 10 dygnen, höger de första 365 dygnen.

När det gäller den moderna, täta betongen, se Figur 4, blir förhållandet annorlunda. Det sker en omfördelning efter påläggning av ytskikt men den blir mycket liten. Detta har att göra med att betongen är mycket tätare än ytskiktet. Betongen blir i detta fall flaskhalsen i det totala fuktflödet.

Den huvudsakliga gradienten i betongens övre del kvarstår. Betongen kommer sedan långsamt att torka och den lilla mängden fukt som den släpper ifrån sig går snabbt ut genom ytskiktet. Omfördelningen i just detta exempel var liten nog för att inte driva upp den övre millimetern av betongen över 85% RF, vilket innebär att **betongen som limmet och ytskiktet kommer i kontakt med kommer att vara torrare än 85% RF. Om kravet på 85% RF kan tolkas lokalt och räcker för att förhindra alkalitransport borde man kunna lägga på ytskiktet mycket tidigare än vad man gör idag. Här kan man spara tid och pengar!**

## Flytta uttorkningstid från betong till avjämning

Kan man utnyttja samma täthet i kombination med ytskikt och vattenbaserat lim? Ja, det går, men inte utan ett lager avjämningsmassa. Som vi tidigare visade i simulering av uttorkningstider för vattenbaserat lim, saknar den moderna, täta betongen den buffringsförmåga som utnyttjades i den gammaldags OPC-baserade betongen. Detta måste man kompensera för och avjämningsmassa med en öppen porstruktur gör det alldeles utmärkt. Samtidigt blir man nyfiken på hur fukt bilden ser ut om man lägger avjämningsmassan tidigare än idag, dvs. vid högre RF i betongen. Det är precis vad det sista presenterade fallet handlar om. Här simulerar vi 10mm avjämningsmassa Weberfloor 140 Nova som läggs på en betong som självtorkat till 95% RF. Avjämningsmassan får torka i 7 dagar mot omgivande luft med 40% RF. Därefter läggs Tarkett iQ Optima med vattenbaserat lim.



Figur 5 Relativ fuktighet som funktion av tid på olika djup i avjämningsmassa och betong med ytskikt limmat med vattenbaserat lim. Vänster de första 13 dygnen, höger de första 365 dygnen.

Den erhållna fukt bilden framgår av Figur 5. Först ser vi en snabb diffusionstorkning av avjämningsmassan. Det övre skiktet kommer ner till 50% RF och det närmast betongen till ca 70% RF. Vi ser även en liten uttorkning av betongens övre skikt genom den öppna avjämningsmassan. Vid 7 dygn läggs ytskiktet och limmet på. Limfukten tas upp i avjämningsmassan och efter omfördelning, några dygn senare, hamnar hela avjämningsmassan på ca 80% RF. Nu övergår hela golvsystemet till långsam uttorkning där återigen betongen är den tätaste delen och den fukt som den släpper ut går lätt igenom de andra skikten utan att ackumuleras någonstans. Varken limmet eller ytskiktet kommer i kontakt med betong eller avjämning som håller en högre RF än 85%. Den relativt öppna avjämningsmassan kan lätt buffra upp all limfukt utan att nå högt upp i relativ fuktighet och

separerar väl ytskiktet och limmet från den blöta betongen. **Observera att detta fall i verkligheten kan motsvara avjämnning direkt efter "tätt hus" och mattläggning en vecka senare. Detta skulle kunna bli en enorm besparing i tid och pengar!**

## Vilka är de kritiska parametrarna?

Dagens uttorkningskrav och de undersökningar som dessa baserar sig på, bl.a. Wengholt Johnsson 1995, har kopplat en relativ fuktighet på ett visst djup i betongen till förekomsten av emissioner från nedbrytning av lim- och ytskikt. Detta har gjorts i form av en s.k. black-box-undersökning. Man har helt enkelt uppmätt samband mellan parametrarna utan att i detalj studera mekanismerna som binder samman fenomenologin. Resultatet fungerade så länge man använde material med samma egenskaper som i undersökningen. Materialen är idag annorlunda. De ställda klimatmålen har medfört en utveckling av material inom hela golvsystemet och vi har goda skäl att anta att denna hållbarhetsresa har bara börjat. För att hantera denna utmaning måste branschens syn på vad som är de kritiska parametrarna i ett golvsystem utvecklas.

Dagens limmer och ytskikt bryts ner på delvis annorlunda sätt än tidigare. Det förekommer klagomål på illamående kopplat till misstanke om nedbrytning i golv men där man samtidigt inte kan påvisa emissioner av de typiska gamla nedbrytningsprodukterna 1-butanol och 2-etylhexanol. Samtidigt har vi skäl att tro att samma fuktnivåer i den moderna, täta betongen inte medför samma alkalitransport som i den gamla. De ovanstående fallen, där den moderna betongens täthet utnyttjades, simulerar endast fukttillståndet. Hur det förhåller sig med alkalitransport går inte att säga med säkerhet med den kunskap som finns idag. Det finns god anledning till misstanke att alkalitransporten blir mycket begränsad. Eftersom den moderna, täta betongen har mycket låg förmåga att transportera fukt och det är just samma transportvägar som används för alkali, måste tätheten bidra till en begränsning av alkalitransporten. Samtidigt bygger fallen ovan på att det betongskikt som är i kontakt med anslutande material är relativt torrt, vilket ytterligare minskar möjligheten till ett alkaliflöde från betongen in i andra material. Eftersom det kommer att ske ett visst fuktflöde i betongen som långsamt kommer att torka över många år kommer en alkalitransport att ske, men skälen nämnda ovan pekar mot att den huvudsakligen kommer att omfördela jonerna i betongen och omfördelningen till anslutande material kommer att vara begränsad.

För att med säkerhet kunna rekommendera fungerande golvlösningar som utnyttjar den moderna betongens egenskaper krävs det mer forskning och metodutveckling. Det räcker inte med den gamla black-box-undersökningen, som i t.ex. Wengholt Johnsson 1995. Mäts endast sambandet mellan fuktnivå och emission i ett antal fall förblir branschen precis lika känslig mot en förändring i materialegenskaper som den är idag. Vad som krävs för att reda ut förutsättningarna för utnyttjande av den kontinuerliga utvecklingen av nya material är en djupare förståelse av de kritiska parametrarna bakom golvsystemens felfunktion och nedbrytning:

- **Hur sker nedbrytning i dagens lim och ytskikt. Vilka lokala parametrar som t.ex. fukthalt och pH styr nedbrytningsprocessen?**
- **Hur sprider sig nedbrytningsprodukterna vidare i golvmaterialen och i luften? Vilka emissioner handlar det om? Hur skall dessa mätas på ett repeterbart sätt och vilka gränsvärden är det som gäller?**



- Hur sker alkalitransport i modern, tät betong samt andra cementbaserade produkter, som t.ex. avjämningsmassor?
- Hur skall ovanstående kunskap kopplas ihop för att kunna prediktera och verifiera säkra golvlösningar?

## Slutsatser

Modern, tät betong skiljer sig fundamentalt från den gammaldags OPC-baserade i sin samverkan med omgivande material. Med dagens arbetsmetodik i konstruktion och produktion resulterar det huvudsakligen i nackdelar:

- **Betongen går i princip inte att diffusionsuttorka.**
- **Betongen saknar buffringsförmåga för fukt, vilket i princip omöjliggör limning av ytskikt med vattenbaserade limmer direkt på betongen, även om man lyckas uppfylla gällande uttorkningskrav.**

Samtidigt ger dess täthet enorma möjligheter, förutsatt att man tänker konstruktivt utanför dagens metodik och uttorkningskrav:

- **Betongen släpper ifrån sig fukt så långsamt att fukten inte ackumuleras i anslutande material och att uppfuktande omfördelningar, typiska för betong med mer öppen porstruktur, inte äger rum eller är ytterst begränsade.**
- **Kombinationen av användning av avjämningsmassor för återställande av buffringsförmåga i golvsystemet med möjligheten att arbeta med en tät betong som endast yttorkat skulle kunna åtgärda dagens problem och snabba upp byggprocessen betydligt.**

För att säkerställa framtida fungerande golvlösningar och utnyttja den moderna betongens fördelar krävs dock en hel del forskning och utveckling av predikteringsverktyg, arbetsmetodik samt valideringsmetoder för både labbmiljö och fältbruk.

**Mot bakgrund av just dessa utmaningar och möjligheter ter det sig oförståeligt att vissa materialtillverkare fortfarande anstränger sig att försöka övertyga branschen att det inte är någon större skillnad ur fuktsynvinkel mellan gammaldags OPC-baserad betong och den moderna, täta. Det är hög tid för branschens samtliga aktörer att erkänna verkligheten, ta tag i utmaningen och lära sig utnyttja de nya miljövänliga materialens förändrade egenskaper!**

## Referenser

**Nilsson 1994** – L.-O. Nilsson, *Betonghandboken*, 1994, Kap. 14.3 samt kap 14.5

**Olsson m.fl. 2018** – N. Olsson, L.-O. Nilsson, M. Åhs, samt V. Baroghel-Bouny, *Moisture transport and sorption in cement based materials containing slag or silica fume*, Cement and Concrete Research, 2018.

**RBK 2017** – RBK, *Manual – Fuktmätning i betong*, version 6, kap 2.3

**Saeidpour & Wadsö 2016** – M. Saeidpour, L. Wadsö, *Moisture diffusion coefficients of mortars in absorption and desorption*, Cement and Concrete Research, 2016

**Stelmarczyk m.fl. 2017a** – M. Stelmarczyk, P. Johansson, T. Rapp, H. Hedlund, F. Gränne, M. Gunnarsson, *Betongfunktion: Uttorkning*, [www.sbuf.se/ppb](http://www.sbuf.se/ppb) 2017

**Stelmarczyk m.fl. 2017b** – M. Stelmarczyk, P. Johansson, T. Rapp, H. Hedlund, F. Gränne, M. Gunnarsson, *Självuttorkning av betong*, [www.sbuf.se/ppb](http://www.sbuf.se/ppb) 2017

**Stelmarczyk m.fl. 2017c** – M. Stelmarczyk, T. Rapp, H. Hedlund, F. Gränne, M. Gunnarsson, *Diffusionsuttorkning av betong samt annat fuktutbyte med dess omgivning*, [www.sbuf.se/ppb](http://www.sbuf.se/ppb) 2017

**Stelmarczyk m.fl. 2018** – pågående inmätning av Bascementets egenskaper inom SBUF Projekt 13198 samt 13140

**Wengholt Johnsson 1995** – H. Wengholt Johnsson, *Kemisk emission från golvsystem – effekt av olika betongkvalitet och fuktbelastning*, Chalmers Tekniska Högskola 1995,

## **Artikelförfattare**

Civ.ing. Marcin Stelmarczyk, The Green Dragon Magic

Civ.ing. Ted Rapp, Sveriges Byggindustrier, Tekniskt sakkunnig RBK

Dr., Adj. Prof. Hans Hedlund, Skanska Sverige AB / SBUF, PPB Koordinator

Dr. Fredrik Gränne, NCC Sverige AB

Ing. Mattias Gunnarsson, Fuktsakkunnig, Peab Sverige AB