

Hydrofobering av betong

En översiktlig litteraturstudie

Solna 2008-09-08
Christer Molin
Björn Syvertsen

Förord

Föreliggande projekt har finansierats av SBUF.

Deltagare referensgruppen:

Anders Johansson, Cement och Betong Institutet

Niklas Karlsson, Roland Karlsson AB

Sven Olsson, STO Scandinavia AB

Örjan Petersson, AB Strängbetong

Ett stort tack framförs till referensgruppen.

Nacka 2008-09-08

Björn Syvertsen, Betongteknik i Nacka
Projektledare

Christer Molin, ByggMiljöGruppen
Utredningsman

Innehållsförteckning

Bakgrund	4
Syfte och begränsning	4
Litteraturgenomgång	5
Sammanfattande slutsats	8
Litteraturförteckning	9

Bilagor

Enkel projektplanering för fallstudier
Kontaktvinkel för vattendroppe

Bakgrund

Betong är ett kapillärsugande material. Uppsugning av vatten sker i porer och sprickor. Vatten i betong är normalt inte något problem. Föreligger risk för armeringskorrosion, frostsprängningar eller alkaliskreaktioner har vatteninnehållet en avgörande betydelse. En begränsning av vatteninnehållet reducerar skadlig nedbrytning. Torr betong bryts inte ned. En betong med ovannämnda svagheter bör alltså göras så torr som möjligt.

En betongkonstruktion kan hållas torr med hjälp av helt vattentäta ytskikt. Men då stängs eventuellt vatteninnehåll in i betongen och uttorkning förhindras. Erfarenheter från många skadefall visar att om det täta ytskiktet inte görs diffusionsöppet för vattenånga, kan frostsprängningar inträffa just under tätskiktet. En uppenbar fara med tätskikten är oavsiktliga håligheter där kapillär uppsugning snabbt ökar vatteninnehållet. Tätskikten kan åldras och bli spröda och otäta.

Hydrofobera kan översättas med att göra vattenavvisande. Kapillär uppsugning av vatten förhindras men det innebär inte vattentäthet.

Det är viktigt att hydrofoberingen inte minskar ångdiffusionskoefficienten så mycket eftersom man vill att vattenånga lätt skall kunna diffundera ut ur betongens porsystem.

Hydrofobering utförs sedan många år främst på putsade fasader och tegelfasader i utsatta lägen. Medel och anbringningsteknik har för dessa material förfinats under årtionden.

Hydrofobering har börjat användas på betongkonstruktioner till exempel kantbalkar på broar på 1980-talet. En del fasader har behandlats på 90-talet.

Främsta syftet med hydrofoberingen av betongytor är att förhindra kapillär inträngning av klorider samt att göra betongen så torr som möjligt för att minimera beständighetsangrepp.

Torrare yta kan också förväntas få mindre påväxt och nedsmutsning.

En del hydrofoberingar av betongytor som utförts har gett mindre tillfredställande resultat med dålig inträngning och beständighet som följd. För en lyckad hydrofobering krävs anpassat val av medel och adekvat anbringningsteknik. Dessutom krävs att betongen är torr och inte för tät.

Syfte och begränsning

Litteraturstudien syftar till att beskriva dagens kunskapsläge i ett internationellt perspektiv av betonghydrofobering.

Studien avser hydrofobering av färdig konstruktion.

Främst beaktas information som kan ha praktisk betydelse i skyddet av betongkonstruktioner.

Litteraturgenomgång

Impregnering med silaner är oftast ett pålitligt sätt att förlänga livslängden för armerade betongkonstruktioner. Emellertid kan man fråga sig om detta gäller en sprucken yta. I [2] konstateras att i en marin salthaltig miljö under likartade aggressiva förhållanden kan hydrofobering signifikant förlänga livslängden för både osprucken och sprucken betong.

Skyddande verkan av silan i vätskeform har konstaterats för sprickor upp till 0,17 mm enligt [3]. Behandling är inte säker om sprickorna uppkommer i efterhand och är större än 0,1 mm.

Måttligt kloridkontaminerade betongkonstruktioner kan skyddas från ytterligare inträngning av klorider med silanhydrofobering. Detta gäller inte vid kraftigt kontaminering och låga vattencementtal. Enligt [4] kan då verkan bli bristfällig; provning krävs för att bestämma om behandlingen fungerar.

I många år har hydrofoberande medel använts [5] för att minska vatteninträngning i byggnader. Den kemiska uppbyggnaden har optimerats. Emellertid är det ännu inte möjligt att utvärdera beständigheten, särskilt gäller detta betong. Författarna analyserar olika möjliga nedbrytningsmekanismer: karbonatisering, UV-ljus och hög alkalitet. Kontaktvinkel, absorption och inträngningsdjup beaktas.

På brodelar som är särskilt utsatta kräver Vägverket impregnering med vattenavvisande medel. Dessa system har varit i bruk i mer än 20 år. Man vet med hjälp av mätningar att skyddet fungerar men inte säkert om det är nödvändigt. En livskostnadscykel [6] visar emellertid att den vattenavvisande behandlingen är kostnadseffektiv.

Man gjorde en uppföljning [7] av en större kajkonstruktion av armerad betong byggd 1993 med avseende på skyddseffekten av vattenavvisande behandling. Alkyltrietoxysilanesystemet ger en tydlig positiv inverkan efter 3, 5 och 12 års exponering. Laboratieprovningar visar att inträngning i genomsnitt är 3,5 mm med 8 mm som största värde.

Skatteskrapan i Stockholm byggd 1959 är 81 m hög och klädd med förtillverkade betongelement [8]. Dessa hade flera fuktproblem. Ett byte av alla fasadelementen skulle bli mycket dyrt. Man valde istället att försöka sänka fuktigheten. Tre ställen på byggnaden valdes för jämförande provning: på markplanet mot väster, nära taket mot norr och mot söder.

De tre fasadelementen behandlades med isooctyltriethoxysilane två gånger samma dag. Två element vid varje provställe användes som referens. Mätningar som utfördes under 2003 och 2004 visade ingen sänkning av relativa fuktigheten på byggnadens norra sida. På västra och södra sidan erhöles en tydlig sänkning i storleksordning 20 %. Armeringens livslängd bedömdes öka med 20–30 % och expansionen av svällande lera minska på grund av den sänkta fuktigheten.

Möjligheten att använda en alkylalkoxysilane för att mildra verkan av alkalikiselreaktion har undersökts [9] med hjälp av reaktivt cementbruk och provningsmetod ASTM C1260. Studien visar att uttorkningstiden före påläggningen av silanen är mycket viktig. För mycket fukt i porsystemet gör att silanen utsätts för hydrolys, vilket innebär för tidig bindning till porväggen och försämrat inträngningsdjup. Man anger minst 28 dygns uttorkning som obligatorisk. Förlängd uttorkning förbättrar vidhäftningen. En konklusion blir att silanbehandlingen kan bli mer effektiv på äldre betongkonstruktioner än på nya. Lång uttorkningstid för cementbruket gav ett inträngningsdjup på 4 +/- 0,5 mm.

Impregneringsmedlen [11], idag mest alkylalkoxysilaner, används för att förlänga livslängden på utsatta konstruktioner. Detta uppnås genom att armeringen skyddas mot klorider eller att fukthalten i betongen sänks. Betongens fuktmekaniska egenskaper förändras från hydrofil till hydrofob, vilket gör att vattendroppar stoppas medan vattenånga kan passera.

Licentiatavhandlingen presenterar resultat avseende hur fukttransport och fuktfixering i betongens ytskikt påverkas av impregnering. En undersökning av inträngningsdjup och påverkande faktorer ingår. För fukttransport används koppmetoden, för fuktfixering klimatboxar med mättade saltlösningar. Inträngningsdjupet mättes på spräckta fuktade provkroppar.

Transportkoefficienten för en impregnerad betong är oberoende av relativa fuktigheten i omgivningen. Vid hög relativ fuktighet, där största delen av fukttransporten i obehandlad betong sker genom kapillarsugning, är ångtransporten fortfarande den dominerande transportmekanismen i impregnerad betong.

Impregneringsmedlets inträngning i betong beror huvudsakligen på tid, porositet och fuktnivå. En empirisk formel har tagits fram där det framgår hur dessa tre faktorer påverkar det slutliga inträngningsdjupet.

Åtgärder som förlänger en betongkonstruktions livslängd leder till ett bättre innehållande med naturresurser.

Detta projekt syftar till att finna förklaringsmodeller till de lovande resultat som erhållits under det senaste decenniets forskning och användning och genom detta även skapa ny kunskap om när och hur impregneringsmedel bör användas för att nå bästa resultat. Licentiatavhandlingens [11] resultat kommer att användas som indata till dessa modeller i den planerade andra fasen av detta projekt.

På uppdrag av engelska vägmyndigheten [12] har en kartläggning med enkäter gjorts av den impregnering som utförts på engelska broar sedan 1990. De olika entreprenörerna har lyckats följa fastställd norm för hydrofoberingen. Man anser också att impregneringen är en effektiv metod att förbättra beständigheten. En slutsats av kartläggningen var att det behövs ett bättre uppföljningssystem.

Skyddseffekten av tre olika hydrofoberingar [14] på betongfasader har studerats på tre olika hyreshus belägna på olika ställen i Finland. Alla mätningar gjordes på söderfasad. Specialbyggda sensorer monterades in i väggen för att simulera pågående korrosion och mäta uppkommen spänning. Referensmätningar utfördes på yta som målats med silikatfärg. Reduktionen under mätningsperioden varierade

mellan 68 och 84 % i jämförelse med de icke hydrofoberade silikatmålade ytorna. Mätningarna utfördes under 25 månader.

Impregnerad yta med hög ångpermeabilitet skyddade lika bra som en med högre ångmotstånd.

Fördelen med den mer öppna behandlingen är att den inte hindrar uttorkningen på potentiellt skadade/obehandlade ställen.

Korrosionsgraden vid frystemperaturer antyder att fuktinnehållet var tillräckligt lågt för att frostsador inte skulle kunna uppkomma.

Två betonger med vattencementtalet 0,8 respektive 0,45 har undersökts med koppmedoden för att bestämma ångdiffusionskoefficienten [15]. Hälften av provkropparna impregnerades med triethoxysilan med kapillär uppsugning och den andra halvan lämnades obehandlad.

Silanen är en av de mest använda på svenska marknaden. Fyra olika saltlösningar användes i kopporna med mellan 85 och 97 % relativ fuktighet. Viktminskningen mättes varje vecka till fortvarighetstillstånd uppnåts. Bland slutsatserna märks:

- Ångdiffusionskoefficienten för aktuell silan är nära konstant och inte alls så beroende av relativa fuktigheten som obehandlad betong.
- Ångtransporten i behandlad betong är kraftigt reducerad i jämförelse med obehandlad och dess större porer är stängda.

Slutsatserna baseras på 50 prover. Fler experiment erfordras för att säkerställa dem som fakta.

Studien [19] söker definiera vissa parametrar som tillåter utföraren inom det kulturella arvet att agera med större säkerhet inom produktutbudet för skydd och konsolidering av stenmaterial. Bland annat anges att det minsta godtagbara kravet för praktisk information bör innehålla: typ av kemisk produkt (till exempel akrylisk eller Si – organisk), tillverkarkontakt, namn och mängd för aktiva komponenter, typ och mängd av lösningsmedel, närvaro av katalysator, färg, viskositet, pH, särskilda användnings- och applikationsprocedurer utan att utesluta standardmetoder.

I experimentet [27] undersöktes armeringskorrosion i tre år på ingjutna armeringsstål. Resultatet av den elektromagnetiska kontinuerliga mätningen visade en signifikant minskad korrosionsgrad på hydrofoberad yta i jämförelse med obehandlad yta. Två typer av silaner användes. Kontrollmätningar bör göras på verkliga korroderande betongkonstruktioner och under längre tid anser författarna.

Tekniken med gelimpregnering (patenterad teknik) [30] påbörjades i Stockholm år 1984 och har använts i fält på 200 000 m² i Skandinavien. Med ett genomtänkt val av anbringad gel kan insugning ske längre än två veckor. Ett stort antal cylindrar har borrats ut ur broar i Stockholm för att kontrollera inträngningsdjupet på impregneringar gjorda med gel respektive vätska. Användningen av gel ger möjlighet att framgångsrikt även behandla betong av hög kvalitet, som används i broar, med endast en behandling. För det mesta erhålls 5 mm inträngningsdjup.

Vattenavvisande behandling av betong kan leda fram till ett effektivt skydd av armerade betongkonstruktioner, en kloridbarriär är bara ett exempel [30]. Det här

målet kan endast uppnås om kritiskt inträngningsdjup har nåtts och om tillräcklig mängd har trängt in. Det visar sig att den kapillära insugningen ändras med tiden eftersom den inträngande silanen reagerar kemiskt. Inflytandet av reaktiviteten för en given silans inträngning har mätts. Man fann också att en silanemulsion inte kan tränga in i porsystemet eftersom den sönderdelas.

Olika betongkvaliteter [33] studerades för tre olika nivåer på relativ fuktighet. Inträngningsdjupet som erhålls vid kräm- och gelimpregnering jämfört med konventionellt anbringad impregnering utvärderades. Tiden för absorption, vattencementtalet och relativa fuktigheten var de parametrar som påverkade inträngningsdjupet mest. Impregnering med gel resulterade i ett mycket stort inträngningsdjup, jämförbart med en absorptionstid mellan en till tre dagar.

Krämhöll större inträngningsdjup jämfört med en vätska. Högt vattencementtal och låg relativ fuktighet gav stor inträngning.

Beskrivning av silaner och hur de verkar finns pedagogiskt framställt i [39].

Sammanfattande slutsats

Vattenavvisande impregnering av betongkonstruktioner har använts sedan några årtionden främst på kontinenten men även på andra ställen i den industrialiserade världen. I Sverige påbörjades användningen på 80-talet. Hydrofoberingsmedlen har utvecklats av några större kemiska industrier till exempel Wacker, Evonik (Degussa), STO m.fl.

Forsknings- och utvecklingsarbetet har varit relativt omfattande under de senaste tjugo åren. Tyskland, Sverige, Schweiz, Nederländerna och Norge gör sig bemärkta.

Hydrofoberingens främsta egenskap anses vara dess förmåga att reducera kloridinträngning. Mycket goda resultat uppvisas i många undersökningar, som för de mesta är gjorda i laboratorium. Men verifierande fältförsök förekommer.

Hydrofobering innebär att risken för kapillärmättnad i kallt klimat minskar, vilket innebär färre frostsador. Kontroll av frostbeständigheten hos hydrofoberad yta har oftast gjorts i laboratorium. Verifierande fältförsök är sällsynta.

Hydrofoberingens skyddsverkan mot armeringskorrosion är endast undersökt i mindre omfattning. Osäkerhet råder huruvida sänkningen av relativa fuktigheten är tillräcklig för att en påtaglig minskning av armeringskorrosion med efterföljande spjälkning ska inträffa. För fasader och andra konstruktioner, där estetiska krav ställs, kan hydrofobering dock vara intressant.

En lyckad vattenavvisande impregnering utförs normalt med silan och/eller siloxan. Det finns idag väl fungerande och dokumenterade medel för olika situationer.

Betongen som ska behandlas bör emellertid vara torr och inte för tät. Särskilt utomhusbetong kan innehålla mycket fukt, därför måste man försäkra sig om att fuktnivåerna inte är för höga. Denna frågeställning är studerad i begränsad omfattning men är av stor betydelse för ett lyckat resultat.

Det är mycket viktigt att hela ytan blir impregnerad och att medlet tränger tillräckligt långt in. Omkring 5 mm uppges vara tillräckligt. Bronormen kräver 2 mm, vilket i vissa fall är för lite.

Man skiljer på två konsistenser för medlet: vätska eller förtjockad form (kräm/gel). Förtjockningen avser förlänga kontakttiden med betongen. Det kan anses någorlunda väl dokumenterat med laboratorieförsök.

Av litteraturen framgår också hur betydelsefull kvalitetssäkringen är för ett lyckat resultat. Utborrade cylindrar som knäcks i sin längdriktning och som kontrolleras med vatten ger en säker kontroll. Karstens rör för absorptionskontroll är en enklare provning som emellertid inte anger inträngningsdjup.

Få jämförande fallstudier har utförts på husbyggnader fast dessa utgör en större andel av byggnadsbeståndet. Här finns intresse för mer omfattande användning av beständighetsskäl särskilt då estetiska krav föreligger.

En vattendroppes beteende på en icke hydrofoberad respektive hydrofoberad yta framgår av sista bilagan.

Litteraturförteckning

1. D.S.Oemichen, A. Gerdes and A.Wefer-Roehl (2008), Reactive Transporte of Slanes in Cement Based Materials, Proceedings, 5th International Conference on Water Repellent materials, Aedificatio Publishers, Freiburg, sid 205-218.
2. F.H. Wittmann, P. Guo and T. Zhao (2008), Influence of Cracks on the Efficiency of Surface Impregnation of Concrete, Proceedings, 5th International Conference on Water Repellent materials, Aedificatio Publishers, Freiburg, sid 287-297.
3. J. Dai, Y. Akira, E. Kato and H. Yokota (2008), Investigation of Chloride Ingress in Cracked Concrete Treated with Water Repellent Agents, Proceedings, 5th International Conference on Water Repellent materials, Aedificatio Publishers, Freiburg, sid 299-310.
4. T. Zhao, G. Zhu, F. H. Wittmann and W. Li, On Surface Impregnation of Chloride Contaminated Cement Based Materials, Proceedings, 5th International Conference on Water Repellent materials, Aedificatio Publishers, Freiburg, sid 311-324.
5. T. Buttner and M. Raupach (2008), Durability of Hydrophobic Treatments on Concrete – Results from Laboratory Tests, Proceedings, 5th International Conference on Water Repellent materials, Aedificatio Publishers, Freiburg, sid 329-340.
6. J. Silfwerbrand (2008), Impregnation of Concrete Bridge Elements Exposed to Severe Environment- Is it cost effective ? Proceedings, 5th International Conference on Water Repellent materials, Aedificatio Publishers, Freiburg, sid 341-353.
7. L. Shuere, D. van Gemert, M. Friedel and S. Giessler-Blank (2008), Durability of Water Repellents in a Marine Environment, Proceedings, 5th Interna-

- tional Conference on Water Repellent materials, Aedificatio Publishers, Freiburg, sid 357-366.
8. A. Johansson, B. Nyman and J. Silfwerbrand (2008), Decreasing Humidity in Concrete Facades after Water Repellent Treatments, Proceedings, 5th International Conference on Water Repellent materials, Aedificatio Publishers, Freiburg, sid 379-386.
 9. K. Tosun, B. Felekoglu and B. Baradan (2008), Effectivness of Alkyl Alkoxy Silane Treatment in Mitigating ASR,ACI Material Journal/ January-February 2008 sid 20-27.
 10. Norsk Havneingeniørforening (2007), Bestandige Betongkaier, Anbefalte kravspesifikasjoner for nye havnekonstruksjoner i betong med økt sikkerhet mot armeringskorrosjon, 2. Utgave, Oslo.
 11. Johansson(2006), Impregnation of Concrete- Transportation and Fixation of Moisture in Water Repellent Treated Concrete, Licentiate Thesis in Structural Design and bridges, KTH, Stockholm.
 12. Calder, N. Anderson and M. McKenzie (2006), Survey of Impregnated Structures, TRL Limited, Highway Agency, UK, 30 sidor.
 13. G. Liu (2006), Control of Chloride Penetration into Concrete Structures at Early Age, Doctoral Theses at NTNU 2006:46, Trondheim.
 14. J.S. Mattila, (2005), Effect of Water Repellent Coatings on the Corrosion Rate of Reinforcement in Carbonated Concrete Façade Panels in a Nordic Climate, Proccedings, 4th International Conference on Water Repellent Treatment of Building Materials, Stockholm, Sweden, April 12-13. Aedificatio Publishers, Freiburg, sid. 3-15.
 15. Johansson, M. Jantz, J. Silvefbrqand and J. Trägårdh (2005), Moisture Diffusion Coefficient of impregnated Concrete, Proccedings, 4th International Conference on Water Repellent Treatment of Building Materials, Stockholm, Sweden, April 12-13. Aedificatio Publishers, Freiburg, sid. 79-89.
 16. T-j. Zhao, F:H. Wittman and H-y. Zhan (2005), Water Repellent Surface Treatment in Order to Establish an Effective Chloride Barrier, Proccedings, 4th International Conference on Water Repellent Treatment of Building Materials, Stockholm, Sweden, April 12-13. Aedificatio Publishers, Freiburg, sid. 105-117.
 17. M. Wittman, Z. Huang and A. Gerdes (2005), Application of Water Repellent Trearmments for the protection of 2Offshore” Constructions, Proccedings, 4th International Conference on Water Repellent Treatment of Building Materials, Stockholm, Sweden, April 12-13. Aedificatio Publishers, Freiburg, sid. 145-157.
 18. Hausberger and H. Geich (2005), A New Approach for Self-Cleaning Silicone – Based Façade Coatings, Proccedings, 4th International Conference on Water Repellent Treatment of Building Materials, Stockholm, Sweden, April 12-13. Aedificatio Publishers, Freiburg, sid. 185-190.
 19. E. Borelli, M. Corsino and M. L. Santarelli (2005),Exploiting New Silicon-Based products for conservation, Proccedings, 4th International Conference

- on Water Repellent Treatment of Building Materials, Stockholm, Sweden, April 12-13. Aedificatio Publishers, Freiburg, sid. 201-210.
20. F.H. Wittmann, F. belzung and S. J. Meier, Shrinkage of Water Repellent Treated Cement-based materials (2005), Proceedings, 4th International Conference on Water Repellent Treatment of Building Materials, Stockholm, Sweden, April 12-13. Aedificatio Publishers, Freiburg, sid. 213-222.
 21. Frenzel-Schirmacher (2005), Water Uptake and Scaling of Impregnated Pavement Concrete under Freeze Thaw and De-Icing Agent, Proceedings, 4th International Conference on Water Repellent Treatment of Building Materials, Stockholm, Sweden, April 12-13. Aedificatio Publishers, Freiburg, sid. 223-239.
 22. M. Raupach and L. Wolff (2005), Long-term Durability of Hydrophobic Treatment on Concrete, Surface Coatings International Part B, Vol. 88, B2, 83-156.
 23. Research News, Research on Treating Concrete to keep Water Out. Vol. 21 No 6, sid 40-44. H. Weber (2005), Imprägniermittel und Imprägniercremes, Der Bausachverständige 6, Ebersberg.
 24. Gerdes (2005, Preventive Surface Protection of Concrete Structures – Technical, Ecological and Economical Aspects, Proceedings of the international Workshop on Service Life of Concrete Structures, Sapporo, Japan.
 25. J. Orlowsky and B. Walk-Laufer (2005), Restauration of Buildings and Monument, Bauinstandsetzen und Baudenmalpflege, Vol. 11, No 5, sid 297-308.
 26. I. Saleh (2004), Impregnering av betongkonstruktioner för ökad hållbarhet, SBUF rapport nr 11134, Stockholm.
 27. The Paint Research Association (2003), Coatings for Masonry and Concrete, Conference Papers, Brussel.
 28. A. H. Gerdes (2002), Transport und chemische Reaktionen siliciumorganischer Verbindungen in der Betonrandzone, Aedificatio Verlag, Freiburg,
 29. M. Raupach, Ch Dauberschmidt and L. Wolff (2001), Monitoring the Durability of Hydrophobic Treatment at Existing Concrete Structures, Proceedings, 3rd international Conference on Surface Technology with Water Repellent Agents, Aedificatio Publishers, Freiburg, sid. 79-90.
 30. K. Hankvist and F. Karlsson (2001), Gel Impregnation of Concrete – Theoretical Results and practical Experiences, , Proceedings, 3rd international Conference on Surface Technology with Water Repellent Agents, Aedificatio Publishers, Freiburg, sid. 93-110.
 31. A Gerdes and F. H. Wittmann (2001), Decisive Factors for the Penetration of Silicon-organic Compounds into Surface near Zones of Concrete, , Proceedings, 3rd international Conference on Surface Technology with Water Repellent Agents, Aedificatio Publishers, Freiburg, sid. 111-122.
 32. S.J. Meier and F.H. Wittmann (2001), Influence of Concrete Quality, its Age and Moisture Content, on the penetration Depth of Water Repellent Agents,

- Proceedings, 3rd international Conference on Surface Technology with Water Repellent Agents, Aedificatio Publishers, Freiburg, sid. 123-132.
33. M. Bofeldt and B. Nyman (2001), Penetration Depth of Hydrophobic Impregnating Agents for Concrete, Proceedings, 3rd International Conference on Surface Technology with Water Repellent Agents, Aedificatio Publishers, Freiburg, sid. 133-142.
 34. Gerdes and F.H. Wittmann (2001), Requirements for the Application of Water Repellent Treatments in Practice, Proceedings, 3rd International Conference on Surface Technology with Water Repellent Agents, Aedificatio Publishers, Freiburg, sid. 155-168.
 35. J. Carmeliet (2001), Water transport-Liquid and vapour-in Porous Materials: Understanding Physical Mechanisms and Effects from Hydrophobic treatments, Proceedings, 3rd International Conference on Surface Technology with Water Repellent Agents, Aedificatio Publishers, Freiburg, sid. 171-178.
 36. Ch. Bolz and G.J. Pleyers (2001), A New Concept Protecting Concrete Surfaces, Proceedings, 3rd international Conference on Surface Technology with Water Repellent Agents, Aedificatio Publishers, Freiburg, sid. 265-276.
 37. H. Gleich (2001), protecting Concrete with Cream- practical Aspects, Proceedings, 3rd international Conference on Surface Technology with Water Repellent Agents, Aedificatio Publishers, Freiburg, sid. 287-298.
 38. H. Weber (2001), Wasserscheu – Ausführung Wasserabweisende Fassadepregnerungen, Bauhandwer/ Bausanierung 11, sid 30-35.
 39. Impregnering av betong (2000), Handbok, STO Scandinavia.
 40. R. Gislason (1999), Water Repellents: Protection of Facades of Concrete in a Wet Climate, Bauinstandsetzen 5 Jahrgang, Aedificatio Publishers, Heft 3, sid 251-272.
 41. J. de Vries, R.B. Poolder and H. Borsje (1998), Durability of Hydrophobic Treatment of Concrete, Proceedings, 2nd International Conference on Water Repellent Treatment of Building Materials, Aedificatio Publishers, Freiburg, sid. 77-90.
 42. M. Krus (1998), Hygrothermal Calculations Applied to Water-Repellent Surfaces - Validation and Application-, Proceedings, 2nd International Conference on Water Repellent Treatment of Building Materials, Aedificatio Publishers, Freiburg, sid, 169-176.
 43. H. Sadouki and F.H. Wittmann (1998), influence of Water Treatment on Drying of Concrete, , Proceedings, 2nd International Conference on Water Repellent Treatment of Building Materials, Aedificatio Publishers, Freiburg, sid. 177-188.
 44. R. Hager (1998), The Revolution in Concrete Protection Impregnation with Cream, Proceedings, 2nd International Conference on Water Repellent Treatment of Building Materials, Aedificatio Publishers, Freiburg, sid. 205-216.
 45. Gerdes, S. Meier and F.H. Wittman (1998), A New Application Technology for Water Repellent Surface Treatment, Proceedings, 2nd International Con-

- ference on Water Repellent Treatment of Building Materials, Aedificatio Publishers, Freiburg, sid. 217-230.
46. Th. Göbel, E Kossel and R. Störger (1998), Chemical Waterproofing- Sensible use of Organosilanes, , Proceedings, 2nd International Conference on Water Repellent Treatment of Building Materials, Aedificatio Publishers, Freiburg, sid. 287-294.
 47. K. Droll and G. Meier (1995). Cross-sectional Water- repellent Treatment of Repair Mortars, Experience from Longterm Behavior, Proceedings, 1st International Symposium on Surface Treatment of Building Materials with Water Repellent Agents, Publisher Delft University, sid. 9-1--9-11.
 48. Gerdes and F. H. Wittmann (1995), Quality Control of Surface Treatments with Water Repellent Agents, , Proceedings, 1st International Symposium on Surface Treatment of Building Materials with Water Repellent Agents, Publisher Delft University, sid. 15-1--15-7
 49. K. Sandin (1995), Surface Treatment with Water Repellent Agents, , Proceedings, 1st International Symposium on Surface Treatment of Building Materials with Water Repellent Agents, Publisher Delft University, sid. 18-1--18-9.
 50. E. Wendler (1995), Treatment of Porous Building Material with Water Repellent Agents – Risk or Protection? Case Studies on Efficiency and Durability, Proceedings, 1st International Symposium on Surface Treatment of Building Materials with Water Repellent Agents, Publisher Delft University, sid. 25-1--25-11.
 51. J. de Vries and R,B. Polder (1995), Hydrophobic treatment of Concrete, Proceedings, 1st International Symposium on Surface Treatment of Building Materials with Water Repellent Agents, Publisher Delft University, sid. 30-1--30-15.
 52. F.H. Wittmann and F. Alou (1995), Frost Resistance of Concrete after impregnation with Water Repellent Agent, Proceedings, 1st International Symposium on Surface Treatment of Building Materials with Water Repellent Agents, Publisher Delft University, sid. 32-1--32-7
 53. K. E-G. Hassan and J. G. Cabrera (1995), Short and Long Term Performance of Silane Treated Concrete, Proceedings, 1st International Symposium on Surface Treatment of Building Materials with Water Repellent Agents, Publisher Delft University, sid. 33-1--33-18.
 54. H.Olafsson (1988), Hydrophobing Agents for Protection of Low Quality Concrete, Nordic Concrete Reseach Publ no 7, Publisher Norske Betongförening, sid 222-232.

Enkel projektplanering

Hydrofobering av betong

En översiktlig fallstudie

Syftet med studien är att bedöma huruvida önskad uttorkningseffekt har erhållits med hydrofobering. Särskilt avses då verkan i ett längre perspektiv.

Nyligen genomförda eller pågående byggprojekt studeras med avseende på viktiga parametrar för att erhålla tillräckligt inträngningsdjup och täckning av impregneringsmedlet.

Betongens täthet bedöms okulärt och med hjälp av eventuella ritningar, tillverkningsår och tillverkningsätt. Tunnslip kan användas för bestämning av bland annat vattencementtal.

Regn, fukt, vädersträck och solförhållanden noteras.

Beständighetsbelastningen avgörs med stickprovskontroll av karbonatisering, armeringens täckskikt och kloridhalt.

Vilket eller vilka motiv förelåg för impregneringen?

När utfördes behandlingen?

Vilken typ av medel användes och vilken form; vätska, kräm eller gel?

Hur anbringades medlet och i vilken mängd per kvadratmeter?

Har betongen blivit torrare och har kloridinträngningen reducerats?

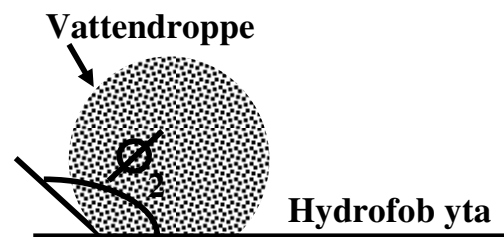
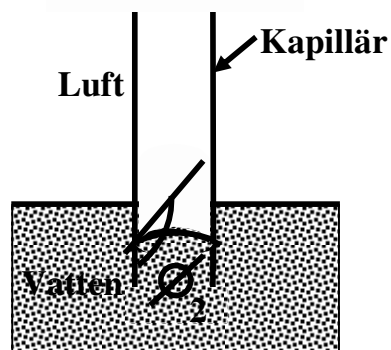
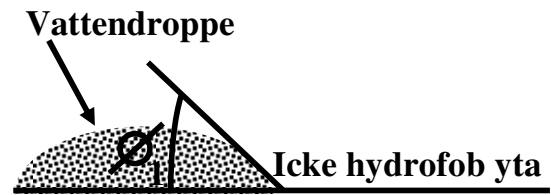
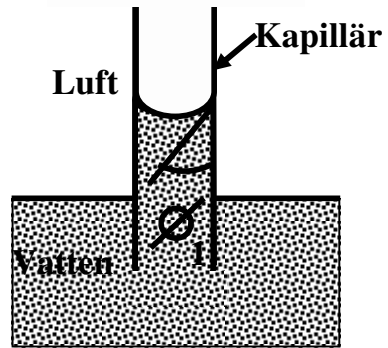
Kan man befara att ångdiffusionsmotståndet ökat för mycket?

Har ytans utseende påverkats av impregneringen?

Förslagsvis åtta stycken byggnader undersöks. Projektet bedrivs av kostnads-skäl översiktligt, det vill säga okulära bedömningar och enkla provningar. Intervjuer görs.

I de tre mest intressanta byggnaderna tas två cylindrar ut för tunnslipsanalys och mätning av verkligt inträngningsdjup.

Exempel på lämpliga byggnader är Skatteskrapan, Berwaldhallen, Huddinge sjukhus, Mörbyhöjden hyreshus, Vägverket i Solna, balkongräcken i Täby samt stadshuset i Vetlanda.



Kontaktvinkel \emptyset för icke hydrofob respektive hydrofob betongyta enligt [13]