

Tekniska anvisningar

Putsarbeten



INNEHÅLL

- s. 2 Inledning
- 3 Historisk översikt
- 6 Brukens sammansättning
- 10 Krav på materialval vid restaurering
- 12 Olika typer av bruk
- 15 Putsytor tillverkade med olika tekniker och verktyg
- 17 Färg på puts
- 19 Skador
- 24 Analys av bruk
- 26 Ordlista för putsområdet
- 28 Lästips

Inledning

Denna skrift är framtagen för de förvaltare som arbetar med underhåll av äldre putsade byggnader. Vägledningen ska kunna fungera som ett underlag vid upphandling av mur- och putsarbeten och med hjälp av denna ska man som förvaltare kunna föra en dialog med projektörer och entreprenörer. Man ska kunna ställa de rätta frågorna samt få information om de krav som bör ställas på såväl materialval som utförande.

Inledningsvis är det viktigt att slå fast att det finns många olika lösningar på ett putsproblem. När det gäller putsarbeten kan det handla om enbart lagningar eller mer omfattande omputsningar. Viktigt är då att ta ställning till vilka tidslager som skall bevaras och att förstå att olika typer av objekt kräver olika ambitionsnivå vad gäller materialval och utförande.

Längst bak i denna skrift finns en ordlista med termer som rör putsområdet.



Denna skrift är framtagen i samarbete med den referensgrupp för kalk som inrättats av Statens fastighetsverk. Projektledare har varit Anders Zander.

Referensgrupp: Ove Hidemark, Krister Berggren, Jan-Erik Lindkvist, Kenth Klasén och Kristin Balksten.

Från SFV medverkar: Anders Zander, Héléne Hanes, Ulrika Bergström, Per Nelander och Gillis Åström.

Samtliga fotografier av Kristin Balksten (förutom bilden till höger på s.18 och omslagets fram- och insidor som Dick Norberg har fotograferat)

Text: Kristin Balksten med bidrag av Kenth Klasén

Grafisk form: Dick Norberg

Repro och tryck: Intellecta Tryckindustri

Copyright © 2007 Statens fastighetsverk

Historisk översikt

För att förstå den traditionella sammansättningen av kalkputs och kalkbruk och hur denna har förändrats under århundradenas lopp ges här en kort historisk bakgrund i text och bild.

1100-tal–1600-tal

Från 1100-talets tidiga romanska kyrkobyggnader till 1600-talets stora slottsbyggen skedde inte några stora förändringar i puts- och murbrukens traditionella sammansättning och användning. Generellt för denna tidsperiod kan sägas att bruken var mycket feta, det vill säga kalkrika. De kan ha ett blandningsförhållande på exempelvis 3:1 till 1:1 med kalk och sand. Dessa bruk ser ut att vara tryckta på plats och efterbearbetade med slev, och ofta syns verktygsspår efter slevar i ytan.

Putserna är oftast ganska släta men de följer murverket. De krympsprickor som uppkom när bruket torkade vid tillverkningen kan ofta vara synliga även om de fyllts med kalkfärg. I bruken syns ofta rikligt med kalkklumpar, ibland även kolbitar och små träbitar. Både ut- och invändigt kan det på utsatta ställen förekomma armering i bruket i form av hårstrån. Färgen som användes var vanligtvis en fet kalkfärg som applicerades i ett fåtal lager.



Lera och kalk samsas som bindemedel i många bruk, särskilt inomhus.

1700-talet

Under 1700-talet förändrades brukens sammansättning något. De drygades allt oftare ut med lera och generellt gjordes de något magrare än tidigare. Obränd lera gjorde inte bruken hydrauliska, men det gav dem en smidigare konsistens och gjorde dem lätta att arbeta med samtidigt som leran var billigare än kalk. Fortfarande följde putserna murverket. Det finns många ojämna puts-typer från den här tiden och de innehåller ofta slevmärken.

Under 1700-talet utvecklades även en del nya material. I samband med kanalbyggen och liknande utvecklades hydrauliska kalkbruk samt kalkbruk med hydrauliska tillsatser i form av bland



Medeltida puts i Norrlanda kyrka på Gotland.

annat tegelmjöl och puzzolanjord, det vill säga vulkanisk jord. Det blev då alltmer viktigt att göra bruk som var tåliga i en vattenrik miljö.

1800-talet

1800-talsarkitekturen ställde nya krav på putsens sammansättning då den nu blev ett viktigt arkitektoniskt uttrycksmedel. Under denna tid tillverkades många extremt släta och riktade putser. Även spritputs, en knottrig puts med stora ballastkorn, blev allt vanligare. Verktygsspåren var inte längre synliga i putsytan på samma sätt.

Från 1800-talets mitt började hydrauliska bindemedel, framförallt cement, förekomma i såväl puts som fasaddekorationer. Särskilt gällde det den mer påkostade bebyggelsen. Till att börja med importerades cement i liten skala, men under senare delen av seklet kom cementen att användas allt mer och produktionen kom igång på flera håll i landet. Alltsedan dess har den tagit en stor plats i nyproduktionen.

I samband med lagning eller omputsning av 1800-talsbyggnader är det viktigt att vara upp-

märksam på den stora variation av bruk som fanns under perioden.

1900-talet

1900-talet är cementens århundrade. Efter andra världskriget kom cementbruken att nästan helt slå ut kalk som byggnadsmaterial. Snabbhet och styrka var viktigt i den nya byggindustrin som växte fram. Framförallt var det hus av betong som uppfördes och där var cementputs en självklart val. Dessvärre gjorde man inte någon skillnad mellan de material som användes vid restaurering och dem som användes i nyproduktion.

Vid 1960-talets slut började man se de skadliga effekterna av att använda cement och att materialet inte hade de egenskaper som passade alla byggnader och konstruktioner. Den styrka och täthet som kunde vara bra i vissa sammanhang hade visat sig förödande i andra. Kalkcementbruk (KC-bruk) blev dock så vedertaget vid den här tiden att det kom att dröja många år än innan kunskaperna om dess roll som påskyndare av förfall nått ut till allmänheten.



En för 1800-talet typisk fasaddekor.



Ädelputs från 1900-talets mitt.



Traditionell tillverkning av kalk i vedeldad kalkugn.

De senaste trettio åren

Restaureringarna av främst Kalmar slott och Skoklosters slott skapade en debatt om kalkens fördelar och bidrog till en omsvängning i synen på cement och betong. Som ett resultat av detta skedde en återgång till traditionella material i samband med restaurering.

Kalktillverkning återupptogs på Gotland för att säkerställa tillgängligheten på traditionella material. Men även då man återgick till traditionellt tillverkad kalk så återgick man inte till det vedertagna sättet att arbeta med kalkbruket på materialets egna villkor. Traditionella arbetsmetoder för cementbruket fördes över till kalkbruket och andra typer av problem uppstod. Man fick för magra bruk, andra tidsförhållanden vad gäller sättning och härdning, och i förlängningen problem med frostsador.

Naturlig hydraulisk kalk (kallas även höghydraulisk kalk), bland annat *jurakalk* och *NHL* från mellersta Europa, fick stor genomslagskraft under 1990-talet. Många antikvarier godkände gärna hydraulisk kalk då den bar namnet kalk i stället för

cement. De höghydrauliska kalkbruket har egenskaper som mer påminner om KC-bruket än om de rena kalkbruket. Dessutom fordrar hydrauliskt kalkbruk samma arbetsmetoder som kalkcementbruk vilket gör att många hantverkare är duktiga på att använda dem.

Svagt hydrauliskt kalkbruk är en traditionell produkt som skulle behövas i fler restaurerings-sammanhang, men den tillverkas dessvärre inte längre i Sverige. Ett stort problem är att man idag väljer att använda höghydrauliska bruk på de platser där de svaga hydrauliska bruket en gång har använts.

En ökad medvetenhet och högre kunskapsnivå gör det möjligt att i detalj anpassa bruk efter varje enskilt objekt, samtidigt som marknaden domineras av färdigblandade hydrauliska kalkbruk och kalkcementbruk från hela Europa. Traditionell svensk kalk till allmän försäljning tillverkas nu endast på Gotland. Det finns även en lokal tillverkning för vissa byggnadshyttor, som på Läckö slott och Borgholms slottsruin.

Brukens sammansättning

Kalkbrukets olika beståndsdelar är bindemedel, ballast och vatten samt eventuella tillsatser. De vanligaste bindemedlen är luftkalk, hydraulisk kalk, cement, lera och gips.

Luftkalk

Luftkalken tillverkas av bränd kalksten med ett högt innehåll av kalciumkarbonat. Efter bränningen släcks kalken med vatten, vilket kan göras på minst fyra olika sätt:

1. *Torrsläckning* innebär att man tillför exakt mängd vatten och får ett pulver som sedan kan blandas direkt med sanden. Den torrsläckta kalken tillverkas industriellt och den är en färskvara som säljs på påse.

2. *Våtsläckning* innebär att man tillför ett överskott av vatten så att en kalkpasta bildas. Våtsläckt kalk kan med fördel lagras i markgravar för att få en så god smidighet som möjligt. Våtsläckt kalk lämpar sig allra bäst till kalkfärg. Den säljs som pasta på burk.

3. *Jordsläckning* innebär att den brända kalkstenen läggs osläckt i markgravar för att långsamt släckas av markfukten. Den jordsläckta kalken måste förvaras i marken under några års tid tills den är genomsläckt. Det ger en mycket smidig kalk och lämpar sig utmärkt till kalkbruk för putsning och murning.

4. *Stukasläckning* innebär att kalken våtsläcks när den ligger tillsammans med sanden. Den får ligga under några dygn tills allt är släckt. Det ger ett starkt bruk då kalken och sanden kan reagera med varandra.

Luftkalk härdar genom *karbonatisering*, en kemisk process där kalken tillsammans med koldioxiden i luften bildar kalciumkarbonat. När man blandar luftkalk och sand är det viktigt att använda så



Stukasläckning av kalk där sanden omsluter kalken i släckningskedet.



Torrsläckt kalk är kalk i pulverform.



Jordsläckt kalk måste piskas för att bli smidig.



Våtsläckning av kalk ger en kalkpasta.

mycket kalk att det fyller upp i sandens hålrum då kalken snarare krymper än expanderar vid härdning. Feta bruk av luftkalk klistrar sig fast på såväl sugande som icke sugande underlag. Innan ytan kan bearbetas måste bruket ha satt sig och krympsprickor måste ha hunnit uppkomma om bruket skall kunna bli kompakt och frostbeständigt. Puts tillverkad av luftkalk får en god ånggenomsläpplighet och en god elasticitet, vilket är ett måste t.ex. vid putsning av reveterade trähus eller gamla murverk. Luftkalkbruk har en god reversibilitet, vilket innebär att den lätt kan avlägsnas utan att skada underlaget alltför mycket.

Hydraulisk kalk

Hydraulisk kalk tillverkas av bränd kalksten som innehåller lermineraler. Den härdar genom karbonatisering men även genom *hydratisering*,

vilket i princip innebär att det härdar med hjälp av både luft och vatten. Puts gjord av hydraulisk kalk innehåller en mängd olösliga föreningar beroende på vilken kemisk sammansättning som den hydrauliska kalken har. Det finns olika grader som placerar in den på en skala mellan cement och luftkalk. Stark hydraulisk kalk närmar sig cement i materialegenskaper medan svag hydraulisk kalk närmar sig luftkalk i egenskaper.

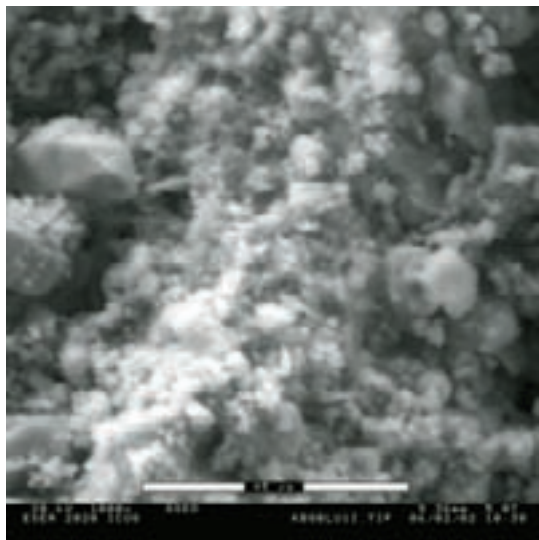
Hydraulisk kalk ger bruk med lägre ånggenomsläpplighet och lägre elasticitet än luftkalk. Den har en högre motståndskraft i kontakt med vatten, vilket är en anledning till att den utvecklades mycket i samband med våra kanalbyggen i början av 1800-talet. Hydraulisk kalk förekommer traditionellt sett i utsatta lägen då det som bruk betraktat ofta har en lång livslängd. Om användande av hydraulisk kalk i Sverige finns att läsa i Johansson (2004).



Cement

Cement tillverkas av en blandning av kalksten och lera som bränns i hög temperatur så att det bildas cementklinkermineral. Den mals sedan och säljs som ett finmalt pulver. Den cement som tillverkas idag är oftast mycket mer finmald än den tidiga 1800-talscementen. Cement är bindemedel i betong men också i cementbruk och kalkcementbruk (KC-bruk). Det senare är en blandning av cement och luftkalk.

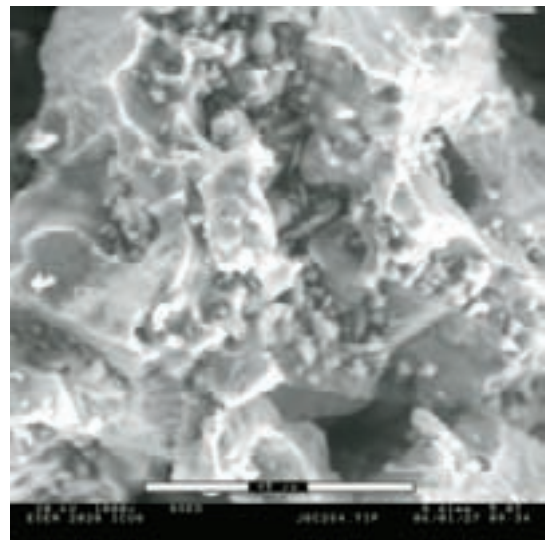
Cement härdar i reaktion med vatten och bildar ett olösligt gel. I jämförelse med kalkbruk kan inte cementbruk vara alltför bindemedelsrika. Cementbruk har hög hållfasthet och därigenom låg elasticitet. Cementbruk har en relativt låg ånggenomsläpplighet vilket är en egenskap som efterfrågas vid bland annat byggnation under vatten. Både starka hydrauliska kalkbruk och KC-bruk har låg reversibilitet på natursten. Mjukare bergarter kan ta mest skada.



Härdad kalkpasta fotograferad med ESEM i tusen gångers förstoring. Det visar en porös och luftig struktur i kalkpastan.

Lera

Lera används som den är, huvudsakligen som bindemedel och bildar då lerbruk. Alternativt används den som utfyllnad eller komplettering i kalk och ger då lerhaltigt kalkbruk. Lera förekommer rikligt i bruk från 1700-talet, framför allt i de trakter där kalk var en dyr importvara medan leran fanns att få lokalt. Rena lerbruk har mest använts inomhus som lerklining på träväggar eller som murbruk i spisar och andra murverk. Lerbruket har en god värmebeständighet vilket ger mycket elastiska murar.



Härdad cementpasta fotograferad med ESEM i tusen gångers förstoring. Det visar en tät och kompakt struktur i cementpastan.

Gips

Gips används som bindemedel framförallt till listverk och stuckatur, huvudsakligen i interiörer. Gips härdar snabbt och binder då till sig vatten. Gips ger ett bra bruk som lämpar sig för skulptur. Äldre stuckaturbruk kan innehålla både gips och kalk.

Tillsatser i bruk

Genom olika tillsatser kan man skapa ett bruk med delvis nya egenskaper. Genom att tillföra exempelvis vulkanisk aska, tegelmjöl eller bränd alunskiffer kan man skapa puzzolanbruk, vilket i princip innebär ett svagt hydrauliskt bruk. Gemensamt för dessa brända mineraler är att de reagerar med kalken och bildar föreningar som är olösliga i vatten.

Andra tillsatser som använts är luftporbildare i form av olika proteiner. Luftporbildare används för att ge bruket fler luftporer vilka bidrar till ökat motstånd mot frost. Bland annat kasein och urin har använts då de har en skummande effekt och därmed ger ett luftigare, lättare och smidigare bruk. Idag förekommer artificiella luftporbildande medel i de flesta bruk som säljs på säck.

Armering i form av till exempel djurhår eller linfibrer är särskilt rikligt förekommande i lerhaltiga bruk. Armering finns ofta på utsatta ställen där det blir stora dragpåkänningar i bruket, till exempel i valv.

Gips har använts som komplement till kalk för att skapa släta listverk.



Tillsats av krossat tegel ger ett svagt hydrauliskt bruk.



Krav på materialval vid restaurering

Vid val av material till en restaurering kan man ställa krav på en rad egenskaper hos det nya materialet.

- *Sammansättningen* bör anpassas utifrån originalbrukets sammansättning. Bindemedlet, sanden, och eventuella tillsatser bör väljas med utgångspunkt i originalet.
- Bruket som används får *inte* vara starkare än underlaget. Bruket är ett offerskikt och det skall ge vika innan konstruktionsmaterialen bakom och runtomkring ger vika. Om ett starkt fogbruk omsluter tegelstenarna i en tegelvägg så kan stenarna gå sönder.
- *Elasticiteten* hos putsen bör anpassas till konstruktionen så att putsen kan följa med i rörelser som sker i konstruktionen. Det är extra viktigt vid träkonstruktioner eller svaga murverk.
- *Ånggenomsläppligheten* bör anpassas till vad som finns bakom putsen. Om ett reveterat trähus putsas med ett tätt putsbruk kan svåra rötskador uppkomma inom ett par decennier. Gammalt kalkbruk kan lakas ur om det täcks med ett tätt murbruk vilket kan äventyra bärgigheten i murverket samt leda till omfattande kalkavlagringar på muren. Invändiga målerier eller tapeter kan också ta skada om fuktvandringen går inåt till följd av ett tätt yttre skikt. Om det dessutom finns salter i väggarna så kan skadorna bli omfattande.



När bruket är starkare än murstenen kan skadan ske i stenen istället för i bruket.

- *Porstrukturen* i bruket bör vara sådan att materialet får en hög frostresistens men en låg kapillärtransport. Detta skapas genom en väl avvägd kombination av noggrant materialval och skickligt utfört hantverk. Blandningsförhållandet måste väljas utifrån hur de valda bindemedlen och ballasten fungerar ihop. Hantverket måste anpassas efter underlag, material och väder. För att få en god frostresistens behövs väl avskilda, runda luftporer där vatten kan expandera vid frysning. Låg kapillärtransport är att föredra då både salter och vatten transporteras som mest effektivt i vattenfas i kapillärerna.
- Restaureringsåtgärder skall vara *reversibla*, vilket innebär att det bruk som väljs måste kunna gå att avlägsna från underlaget utan att skada det.
- Åtgärden som utförs skall även ge *återbehandlingsbara* ytor, vilket innebär att det skall vara lätt att utföra nya åtgärder utan att för den skull behöva avlägsna gamla bruk. Nya åtgärder skall både tekniskt och estetiskt kunna fungera ihop med originalmaterialen.



När ett material med låg ånggenomsläpplighet väljs kan svåra rötskador uppkomma i det fördolda. Här visar en nedknackad KC-puts att träkonstruktionen tagit skada.



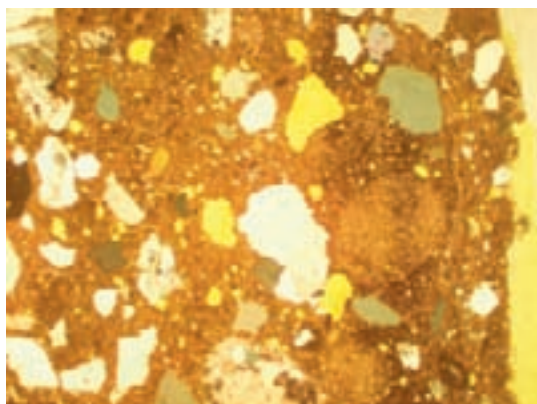
Ett exempel på icke reversibel åtgärd som gjorts för några decennier sedan: ett starkt cementbruk är nästintill omöjligt att avlägsna från ett svagt tegel utan att skada teglet som blivit sprött bakom det täta puts-skiktet.

Olika typer av bruk

Medeltidens feta bruk har ofta ett blandningsförhållande i volym mellan kalk och sand på 3:1–1:1. De uppvisar en stor variation vad gäller sandkornens utseende, innehållet av kalkklumpar samt förekomsten av krympsprickor. Krossar man det lätt så blir det ofta bara damm kvar med enstaka små stenar. De är ofta lätta att krossa. De är kompakta och tar inte åt sig mycket vatten,



Ett fett kalkbruk från Lundby gamla kyrka i Göteborg.



Tunnslip över kalkbruket ovan visar ett fett kalkbruk med många luftporer, stora kalkklumpar och ganska få sandkorn.

de ändrar knappt ens färg vid vattning. Ofta är de avfärgade med fet kalkfärg i ett lager.

De kalkbruk som kommer under 1700-talet är ofta lite magrare än de äldre. Blandningsförhållandet är ofta 1:2 och ibland innehåller de även lera i varierande mängd. Variationen beror både på lokala skillnader och på var i konstruktionen de återfinns. Ofta har de lite grövre ballast och grövre struktur än de tidiga bruken. De kan vara mindre vita och snarast ha en gulbrunaktig färg. Generellt är de porösa och lätta att smula sönder. Fet kalkfärg är vanligt. Det kan till och med vara en slamning som är smetad på putsen.

Kalkbruk och lerbruk kan ofta vara armerade med hår. Det består då av djurhår där nöthår har varit att föredra för att få god vidhäftning. Det är extra vanligt i puts som har högre krav på elasticitet, till exempel i valv eller omfattningar till dörrar och fönster.



Ett bruk som består av mycket lera och djurhår från en fönsteromfattning.

Att läsa tunnslip:

Gulgrönt = hålrum och porer

Brunt = bindemedel

Övrigt = ballast

KC-bruk ger en relativt stum puts.

Diverse olika tillsatser finns i gamla putser. Kolbitar och träbitar syns ofta och har förekommit alltsedan medeltiden. Deras funktion är oklar, men troligt är att de har följt med från bränningen.

Magra kalkbruk kännetecknas av att de är mycket sandiga och lätta att smula sönder. Man kan med blotta ögat se att sanden inte är omsluten av kalk. Bindemedelsmängden är ofta för liten för att den skall lyckas hålla ihop sandkornen.

Modernt hydrauliskt bruk är oftast något gråare än kalkbruk. Det är betydligt hårdare och stummare vilket gör att sprickmönstret skiljer sig från det som uppkommer i kalkputs. Det finns i stora variationer från starkt till svagt. Om det är starkt hydrauliskt blandas det i regel relativt magert på bindemedel.



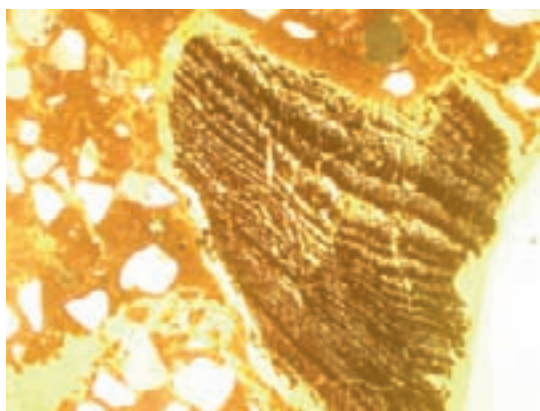
Modern hydraulisk kalkputs på Örgryte gamla kyrka i Göteborg.



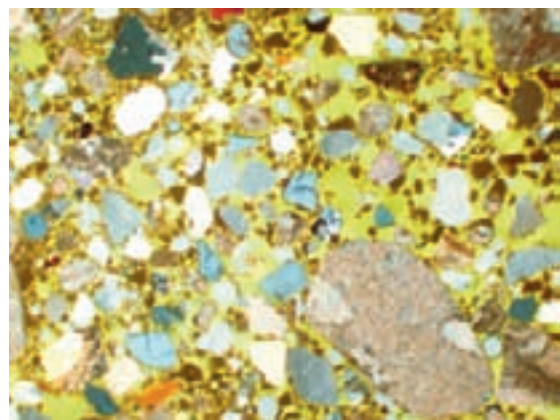
Kolbitar i murbruket på Gothems kastal på Gotland.



Magert kalkbruk från 1900-talets slut på Linde kyrka, Gotland.



Tunnslip av ett bruk med kolbitar som på bilden ovan.



Tunnslip från ett 1:3 bruk liknande det som är på bilden ovan.



Ett KC-bruk som arbetat sig loss från underlaget är relativt enkelt att avlägsna.

KC-bruk är styvare och gråare än kalkbruket. Det är hårdare och kan inte krossas lika lätt. Det kan arbeta sig loss från underlaget om underlaget är mindre styvt. Sprickbildningen, som består av ett fåtal stora sprickor till följd av rörelser i byggnaden, visar att det är ett stumt material.

Cementbruk kan jämföras med betong men har mindre ballastkorn. Bruket har en mörkt grå färg och är ett mycket starkt, stumt och tätt material. Det hör framför allt hemma på betongkonstruktioner från nyare tid. Det kan även vara gjort på vitcement och får då en vitare färg.

Om cementbruk har använts i gamla murverk kan det ofta ha arbetat sig loss från stenen. Alternativt kan stenens yta ha försvunnit vid temperatur- och fuktrörelser eftersom den starkare cementfogen då kan ha sprängt sönder stenen.

Ädelputsen gjorde sitt intåg i mitten av 1900-talet och är ett vackert inslag på många byggnader från 1950- och 60-talen. Det är ett cementbruk som innehåller glimmer i ballasten vilket ger den ett "glittrande" utseende. Bruket kan även innehålla pigment vilket innebär att det är ett genomfärgat bruk som inte behöver målas.



Ett KC-bruk ger en relativt stum puts.



Ett vanligt cementbruk är lätt att urskilja genom dess mörkt grå färg.



Ädelputs är en skimrande puts innehållande glimmer.

Putsytor tillverkade med olika tekniker och verktyg

På många ekonomibyggnader förekommer en mycket enkelt utförd puts som enbart utjämnats med slev. Med det arbetssättet påverkas inte putsen avsevärt av verktyget, vare sig positivt eller negativt.

Medeltida putser gjorda av feta bruk har ofta tydliga verktygsspår av olika små slevar. Att glätta en yta med slev kan, korrekt utfört, ge ett kompakt bruk med hoptryckta krympsprickor. Det

ger en slät yta som med fördel avfärgas så färskt som möjligt med kalkfärg.

Snutbrädan har ett par hundra år på nacken och den kan användas för att skapa en brädskurad yta där murverket är ojämnt. En snutskurad yta kan om skurningen utförs i rätt tid och med rätt tryck ge ett kompakt och bra bruk med hoparbetade krympsprickor. Detta ger en levande yta som är lätt att avfärga med kalkfärg.



En slevdragen yta ger ett rått och obearbetat intryck.



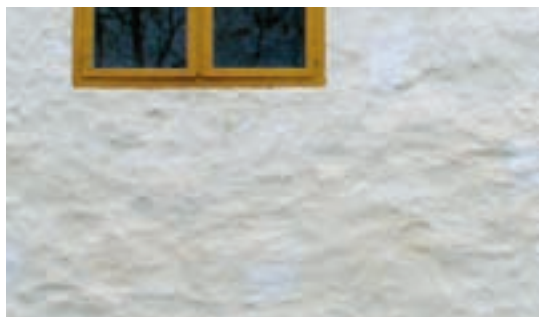
Putssleven används framför allt för att slå putsbruket på väggen.



En snutskurad yta karakteriseras av dess gropiga struktur.



Snutbrädan används för att skura en ojämn putsyta som följer murverket.



En glättad yta ger ett levande intryck som följer murverket.



Tungsleven kan bland annat användas för att trycka upp ett fett bruk eller glätta en putsyta.

Spritputs har varit mycket vanlig alltsedan putsen blev en viktig del i arkitekturen under 1800-talet. Tack vare att den inte bearbetas får den en större yta och en öppen struktur. Den kan även sprutas maskinellt på väggen. Storleken på spritgruset varierar mycket med tidsepok och även regionalt.



Handslagen spritputs har större variation än sprutad.



För att åstadkomma en handslagen spritputs används en stor putslev, ett löst bruk och en hård snärt.



En kvastad yta är en tunn slamning som får tydliga märken efter kalkkvasten.

Bland de moderna putstyperna sedan 1800-talet och framåt är det de släta ytorna som dominerar. Dessa skapas genom att ytorna skuras med en bräda.

Att åstadkomma kvastade ytor, där tunna putslager slammas på väggytor med hjälp av en kalkkvast, är inte någon gammal metod. Kvastade ytor görs lämpligen av KC-bruk. Kalkbruk lämpar sig sämre för att kvastas då man inte bör arbeta med ytor som är blöta av risk för att skapa en kalkfilm i ytan.



En brädriven yta kan bli mycket jämn och rak och det används när man vill skapa en slät lodrät yta.



En rivbräda eller skurbräda kan vara av trä eller plast. Den används för att åstadkomma släta ytor.



En kalkkvast används till för- och eftervattning samt till avfärgning. Den kan även användas för att ge putsytan en kvastad yta

Färg på puts

Kalkfärg

Kalkfärg tillverkas av släckt kalk och vatten samt eventuella pigment. Pigmenten måste vara kalkäkta, det vill säga de måste tåla en basisk miljö. Kalkfärg kan göras i olika konsistenser. Andelen vatten bestämmer antalet strykningar som måste göras för samma utseende. Om den blandas 1:1 (en volymdel kalkpasta och en volymdel vatten) gäller som regel en strykning – om den blandas 1:5 gäller fem strykningar.

Kalkfärg har använts lika länge som kalkputs. Likt putsen så har även färgen magrats med åren. Den tidiga kalkfärgen är ofta mycket fet och den är applicerad i ett eller två tjocka lager.

För att kalkfärg skall bita krävs en öppen struktur som tar åt sig kalken. En öppen puts kan ta åt sig en fet färg medan det är olämpligt på en tät yta där färgen bara rinner av. Sedan man har börjat avfärga tätare puts har färgen också magrat och inte sällan används idag en blaskig kalkfärg med 5-7 volymdelar vatten.

För att få bästa vidhäftningen bör kalkfärg appliceras på färsk puts så att den karbonatiserar ihop med putsen. Man skiljer på teknikerna *al fresco* och *al secco*, vilket avser färsk respektive härdad puts.

Kalkfärg skall aldrig behöva avlägsnas i samband med omfärgning. Om den fungerar som den ska bryts den ned långsamt, kalkpartikel för kalkpartikel. Den är mycket lätt att underhålla.

KC-färg

KC-färg är en färg för KC-bruk som bygger på samma principer som kalkfärg. Bindemedlet som finns i putsen får även vara bindemedlet i färgen. I det här fallet är det både kalk och cement.

Om en KC-puts skall avfärgas så krävs visst innehåll av cement för att få vidhäftning till putsen. Den kan blandas på plats som en kalkfärg med



Kalkfärgen får en naturligt skimrande färg och den skiftar beroende på solljuset ...



... och luftens fukthalt.



Både kalkfärg och KC-färg som innehåller ballast kan lätt skikta sig och lossna från ett underlag som är alltför slätt.

cementtillsats där cementet tillsätts i stunden för målning. Den kan även köpas färdigblandad. Ofta innehåller KC-färg även filler vilket brukar innebära att den glimrar lite.

Om filler ingår i kalk- eller KC-färg innebär det att det blir en tjockare färg som täcker efter bara ett fåtal färgskikt. Dessvärre kan det även innebära att färgen släpper i skikt.

Silikatfärg

Silikatfärg är en färg som även kallas vattenglasfärg. Den utvecklades i Tyskland redan under 1800-talets andra hälft. Det är en hållbar färg som fungerar väl på alla oorganiska material.

Om den skall målas på puts så ska det vara på karbonatiserad puts, så att den inte minskar karbonatiseringen i puts-skiktet. Det är en relativt genomsläpplig färg men dock tätare än kalkfärg.

Om man har målat en puts med silikatfärg så måste man fortsätta med det. Om man vill återgå till kalkfärg så måste silikatfärgen först tas bort, vilket gör att den inte kan anses vara reversibel.



Silikatfärg får en jämnare kulör än kalkfärg. Den skiftar inte heller färg med vädrets påverkan.

Linoljefärg

Linoljefärg har förekommit på puts och sten från 1700-talet och framåt och troligen även tidigare.

Om linoljefärg skall målas på kalkputs så måste putsen först ha karbonatiserat, vilket man bör beräkna kan ta någon månad beroende på putstjocklek och väderlek. Att den måste karbonatisera beror dels på att linoljefärgen är så tät att den hindrar karbonatisering vilket ger puts av sämre kvalitet, dels på att linoljan bryts ned av kalciumhydroxid (förtvålas) och på så sätt får färgen en sämre kvalitet.



Linoljefärg på kalkputsad fasad. Kina slott på Drottningholm.

Skador

Luftpor som inte vattenfylls ger bruket god frostbeständighet.



Skador på och i puts

Frostskador

Frostsprängning uppkommer när vatten som finns i ett poröst material expanderar. För att det inte ska leda till skador är det viktigt att bruket har en porstruktur som tillåter vattnet att expandera utan att spränga. Om ett bruk innehåller väl avgränsade luftporer kan vattnet expandera in i dem istället för att spränga sönder materialet. För mer information se vidare Balksten (2005).

Saltskador

När salter kristalliseras på ytan av den murade väggen bildas vad som ser ut som ett saltskäg. Genom att utfällningen sker utanpå muren orsakar de inte så stor skada mer än att de är fullt synliga.

Om de istället kristalliseras inuti muren eller innanför ett färgskikt så orsakar de en fysikalisk nedbrytning av materialet genom sin sprängkraft. När salter spränger sönder muren ser skadorna ut ungefär som när iskristaller spränger sönder muren varför det ibland är svårt att särskilja de båda typerna av skador med blotta ögat.

Cementlagningar på kalkputs genererar ofta vita saltringar. De visar sig i den gamla putsen som omger lagningarna.



Frostskador i form av bortsprängda putspartier.



Salt som har kristalliserat utanpå murverket bildar skäg.



Saltkristaller har sprängt sönder putsytan.



Cementlagningar kan bidra till att det bildas vita saltringar på den gamla putsen.

Murgröna och vildvin

Olika typer av klängväxter trivs med att växa på putsade väggytor. De är livskraftiga individer som letar sig in i springor samt under takpannor och liknande.

Vad man bör vara medveten om är att klängväxter är svåra att ta ner från väggen då de lämnar tydliga spår. Växtlighet har även en tendens att binda fukt vilket innebär att de håller kvar fukt invid väggytan. Fukt i sig kan sedan leda till skador i form av frost- och saltsprängningar.

Alger

På fuktiga och något mörka platser växer gärna alger på puts och fogbruk. De kan ses som en indikator på att väggen håller fukt.



Gröna alger indikerar fuktiga murverk.



Vildvin och murgröna håller fukten kvar i väggen och växer sig in i sprickor och liknande.

Röda alger

De röda algerna blir allt oftare synliga på putsade fasader. De täcker stora partier vilket gör att de kan ge byggnaden ett rosafärgat utseende. De trivs på fuktiga partier och ofta visar de sig på de ställen på fasaden där vindens undertryck ger en ökad fukthalt. De trivs bäst på KC- och cementputs och inte så bra på kalkavfärgad kalkputs.

(Om du tar på dem, blir du gul om fingrarna!)



Cementputsen på Läckö slott har färgats helt rosa av alger.



Biologisk påväxt kan färga vita kyrkor rosa.



Dessa röda alger blir gula vid beröring. De är en indikation på fukt och trivs särskilt bra på cementputs som har något lägre pH än kalkputs.

Bindemedelsbrist

Magra bruk sandar sig och saknar bärighet. När det regnar kan det ta upp mycket fukt och tappar då sin styrka avsevärt. Frostsador uppkommer ofta i den här typen av bruk.

Täta ytor

Kalkfärg som appliceras på en alltför tät yta har en tendens att regna bort med tiden. Kalkfärg lämpar sig inte väl på cementhaltig puts eftersom den har en tät struktur som inte suger åt sig kalkfärgen.

Problemet kan även uppkomma om en kalkputs har bearbetats för tidigt och fått en kalkfilm i ytan.

Om en svag puts har målats med tät färg så försvagas putsen på grund av det vatten som blir kvar bakom färglagret. Kalken kan då lakas ur alternativt kan bruket frysa sönder.



Ett magert bruk sandar sig och tar upp mycket fukt när det regnar.



Kalkfärg som har målats på tät yta har en tendens att försvinna snabbt. Här syns kalkfärgade lagningar där färgen försvunnit.



Tät färg som har målats på svag puts.

Skador beroende på felaktig puts

Rötskador

När en träkonstruktion putsas är det oerhört viktigt att det görs med ett bruk med hög ånggenomsläpplighet och god elasticitet. Annars kan fukt bli stående i väggarna bakom putsen och det leder med tiden till omfattande rötskador.

Det kan ta kanske ett halvt sekel innan dessa skador uppmärksammas och vid det laget har de blivit mycket omfattande.



Rötskador har uppkommit där trä täckts av tät cementputs under några år. Här är ett av många exempel från ett putsat skiftesverkshus (bulhus) i Visby innerstad.



Stalaktiter bildas av upplöst kalk i fogarna bakom täta cementfogar. Här är ett exempel från Visby ringmur.

Urlakad kalk

När gammalt kalkbruk täcks av nytt bruk med låg ånggenomsläpplighet kan vatten bli stående bakom den täta ytan. Långt in i murverket är ofta kalkbruket dåligt karbonatiserat varför bindemedlet lakas ur när fukthalten ökar. Det synliga resultatet blir stalaktiter som bildas på ytan. Det osynliga resultatet blir ett murverk som saknar bärande fogbruk.

Hela murpartier kan täckas av kalkavlagring efter att de fogats om med felaktigt bruk några år tidigare. Effekten blir att bruket som finns inne i muren helt saknar kalk varför bara sand kvarstår. Murverkets bärighet försvagas då avsevärt.



Kalken har löst upp sig inuti det tjocka murverket bakom täta fogar. Här är ett exempel från Marstrands fästning.

Analys av bruk

För att kunna analysera ett gammalt bruk är det viktigt att veta vad man skall söka efter och av vilken anledning bruket ska analyseras. För mer information om detta se Lindqvist (2006).

Bruket analyseras ofta för att påvisa varför en skada uppkommit och där kan det vara av intresse att se hur porstrukturen ser ut eller vilken typ av bindemedel som har använts.

Om bruket analyseras för att efterliknas är det viktigt att få reda på vilket bindemedel det varit, om det varit kalk eller cement, om det varit jordsläckt eller våtsläckt kalk etc. Det är också intressant att förstå blandningsförhållanden och hur ballasten ser ut. Om möjligt vill man också veta hur ytan bearbetats, om den har avfärgats och i så fall, i hur många och hur tjocka lager.

Tunnslip är ett av de allra mest användbara verktygen för att analysera puts.

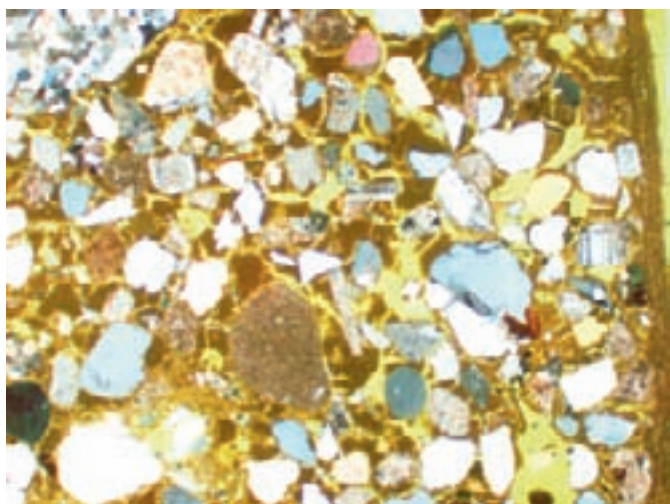
I tunnslip kan man utläsa bland annat följande:

- Blandningsförhållande mellan bindemedel och ballast
- Mineralsammansättning, samt utseende och kornstorlek på ballastkornen
- Typ av bindemedel
- Bearbetning av brukets yta inkl. färglager
- Förekomst av vissa tillsatser
- Porsystemets utseende

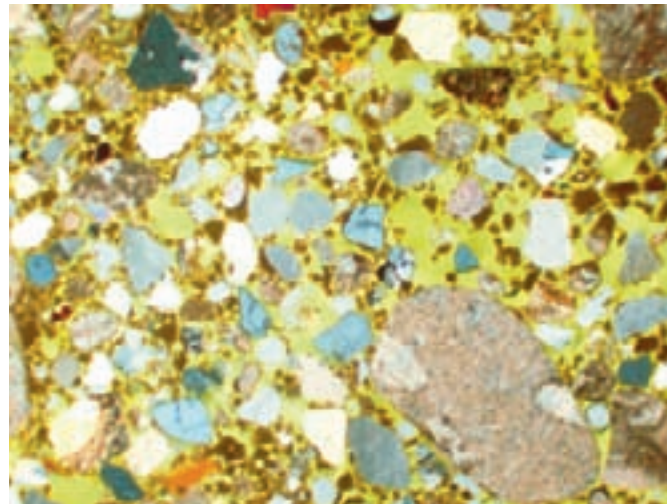
Här ges tre exempel på tunnslip, se bild 1–3:

1. Ett fett kalkbruk där kalkfärgslagren är synliga till höger i bilden. Det bruna är bindemedel, det gula är porsystemet och övrigt är ballastkorn av varierande mineraler.
2. Ett betydligt magrare kalkbruk där bindemedlet inte lyckas fylla upp ballastkornen. Istället har vi ett kollapsat porsystem som är ytterst känsligt för frostsador.

Bildens bredd motsvarar 4,5 mm.



1. Tunnslip från ett kalkbruk 1:2, målat med tre lager kalkfärg.



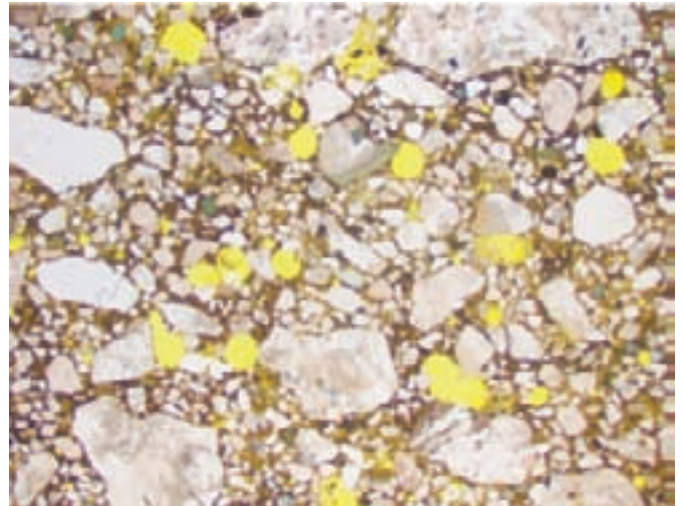
2. Tunnslip från ett kalkbruk 1:3.

3. Ett KC-bruk gjort på torrsläckt kalk, cement och sand. Cementens partiklar har en mörkare färg än luftkalkens.

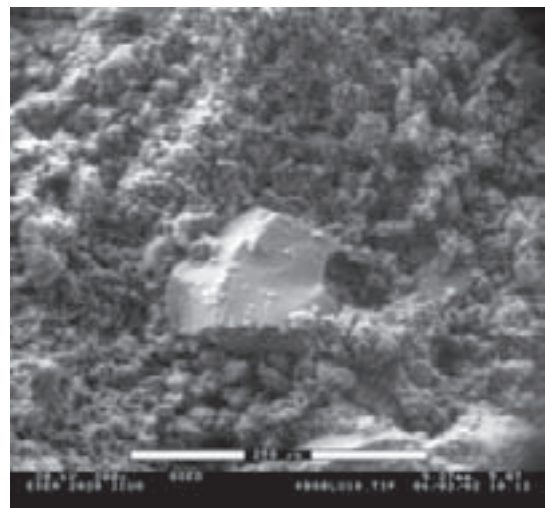
Blandningsförhållanden kan man få fram för kalkbruk genom att studera tunnslip och göra punkträkning. Då kalken behåller sin ungefärliga volym vid blandning som vid härdning är detta möjligt. I kalkbruk kan kalken även lösas upp med syra varför man kan beräkna blandningsförhållandet.

ESEM visar brukets struktur, i foto nedan över tvåtusen gångers förstoring av ett medeltida kalkbruk. Det kan ge information om hur kalkens struktur är, hur kalk och sand binder till varandra och hur porositeten ser ut.

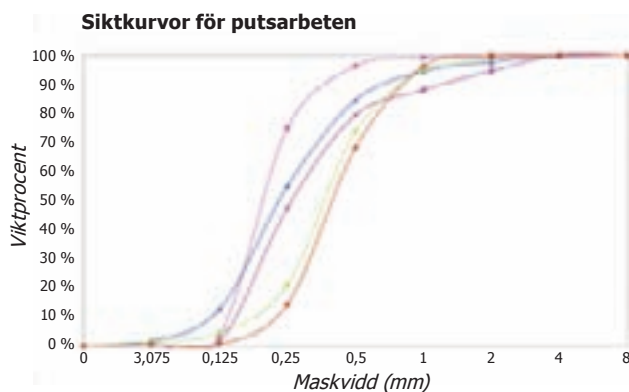
Ballastkurvor kan upprättas för sanden. De anger hur stor del av kornen som har en viss storlek. För en sand som skall användas till putsbruk önskas oftast en god fördelning mellan sandkornens storlek, en god packningsgrad samt låg hålrumsprocent. *Hålrumsprocent* tillsammans med ballastkurva för sanden indikerar hur mycket kalk som går åt för att fylla upp sanden.



3. Tunnslip från ett KC-bruk 0,4:0,6:3.



ESEM-bild av medeltida kalkbruk.



Exempel på hur ballastkurvor kan se ut. De bör ha en god spridning för att vara en bra puts- eller mursand.

Ordlista för putsområdet

Armering i kalkbruk/lerbruk är någon form av fiber som är till för att ta upp dragkrafter i putsen. I betong består armeringen av järn som tar upp materialets dragkrafter.

Avfärgning avser målning med kalkfärg och är traditionellt murarens inte målarens jobb.

Ballast består vanligtvis av någon slags sand som bär upp bindemedlet och fungerar som ett skelett i puts eller betong.

Bindemedel Kalk, cement, lera och gips är exempel på bindemedel som finns i bruk. Det är det som klistrar ihop sanden till en fast massa.

Blandningsförhållande avser förhållandet mellan bindemedel och ballast i ett bruk alternativt mellan bindemedel och vatten i kalkfärg. Står siffrorna med kolon (:) emellan avser det blandningsförhållande i volymmått. Står siffrorna med snedstreck (/) emellan avser det blandningsförhållande i viktandelar.

Bruk avser vanligtvis den färska massan som man tillverkar puts eller fog av. Blandas av bindemedel, ballast och vatten.

Brädrivning är ett slags ytbearbetning av puts som görs med en platt skurbräda.

Cement är ett hydrauliskt bindemedel, vilket kännetecknas av att det hårdnar genom reaktion med vatten till en produkt som är beständig mot vatten. Dagens cement tillverkas huvudsakligen av kalksten och lera som bränns i höga temperaturer och mals till ett fint pulver. När vatten tillsätts reagerar dessa med vattnet och bildar kalciumsilikathydrat.

Elasticitet är ett materials benägenhet att deformeras av en last utan att ändra sin form. Ett elastiskt material återgår till ursprungsformen när lasten borttages.

Feta bruk är bindemedelsrika bruk, framförallt sägs det om kalkbruk.

Frostsprängning sker när vatten expanderar vid frysning inuti ett materials porsystem.

Hydrauliska egenskaper har ett material när det härdar med hjälp av vatten och bildar vattenolösliga föreningar.

Hydrauliska tillsatser brända lermineraller av något slag bildar kalciumsilikathydrat i reaktion med kalk och ger ett material olösligt i vatten.

Hydraulisk kalk tillverkas genom att lerhaltig kalksten bränns. Härdar i reaktion med både luftens koldioxid och vatten. Olöslig i vatten.

Hållfasthet hos ett material berättar hur ett material kan ta upp drag- och tryckpåkänningar utan att deformeras. Generellt gäller att ju mer kompakt ett material är ju högre hållfasthet får det.

Hålrumsprocent för sand anger hur mycket luftutrymme som finns i den packade sanden. Beräknas för att man ska kunna veta hur mycket bindemedel som rymmes i sanden.

Härdning för kalk respektive cement avser karbonatisering respektive hydratisering. Genom härdningen får materialet sin slutliga styrka.

Jordsläckning av kalk görs genom att den brända kalkstenen läggs i markgravar där markens fuktighet får släcka kalken under en längre tid.

Kakelslev mindre putsslev som används för att slå på bruk. Kan vara lämplig att använda vid ojämna murytor.

Kalk avser kalksten i bränd, släckt och karbonatiserad form. För att definiera vilken form som avses läggs ett beskrivande ord före, t. ex. släckt kalk.

Kalkbruk avser framförallt färsk massa med släckt kalk som bindemedel. Kan också avse murbruk mellan stenar som har karbonatiserad kalk som bindemedel.

Kalkcykeln avser det kemiska förloppet från brytning av kalksten via bränning och släckning till karbonatisering.

Kalkfärg tillverkas av släckt kalk, vatten och

önskvärda pigment. Kan tillredas på plats eller köpas färdig.

Kalkklump kan förekomma i bruk som är gjorda framförallt av jordsläckt kalk och utgörs då av släckt kalk som inte piskats ordentligt vid tillredningen av bruket.

Kalkkvast är en stor borste som används både för att vattna på väggen, göra rent verktyg och att kalkavfärga.

Kalkpasta består av släckt kalk som innehåller ett överskott av vatten. Tillverkas genom våtsläckning eller jordsläckning av den brända kalken.

Kalkputs är en puts som har kalk som bindemedel. Avser den färdiga ytan på väggen.

Karbonatisering avser den kemiska process som sker när kalciumhydroxiden (den släckta kalken) reagerar med koldioxiden i luften och omvandlas till kalciumkarbonat (hårdar kalk).

KC-bruk (kalkcementbruk) är ett bruk som har både kalk och cement som bindemedel. Ju mer cement ju starkare KC-bruk säger man att det är.

KC-färg tillverkas av släckt kalk, cement, vatten och önskvärda pigment. Kan tillredas på plats eller köpas färdig.

Krympsprickor uppkommer när ett bindemedelsrikt bruk torkar till. Kan arbetas igen om bruket väntas ut tillräckligt och kan därigenom fungera som en indikator för muraren när det är dags att bearbeta bruket.

Lerbruk är ett bruk som tillverkas med lera som bindemedel.

Luftkalk avser bindemedel i som tillverkats av ren kalksten och som hårdar bara genom karbonatisering dvs. med hjälp av luftens koldioxid.

Luftporbildare är något medel som tillsätts bruket och har en skummande effekt. Ger ökat antal runda luftporer i den färdiga putsen. Kan vara artificiellt eller bestå av något som är rikt på proteiner; kasein, urin etc.

Murbruk är det bruk som används till att sammanfoga stenarna i en mur. Kan vara samma som används till putsning alternativt kan det ha större sandkorn.

Mursand är sand som används till murbruk. Har normalt något större sandkorn än sand avsedd för puts.

Porstruktur beskriver porernas storlek och utseende inuti ett poröst material.

Putssand är sand som används till putsbruk.

Putsslev stor trekantig slev som använd för att slå på bruket på väggen.

Puzzolan avser hydrauliska tillsatser och består av brända lermineraller t.ex. tegelmjöl, alunskifferaska, vulkanisk jord mm. Namnet kommer ursprungligen från området Puzzoli i Italien där vulkanisk aska togs för att använda i bruk som behövde vara vattentåliga.

Reversibelt material innebär att ett material kan avlägsnas igen utan att orsaka skada på omkringliggande material.

Revetering är puts på trähus. Måste utföras med kalk- eller lerbruk för att inte träkonstruktionen skall ta skada.

Sandkurva kan upprättas för en sand genom att sanden siktas genom maskor med olika maskstorlek. Den ger information om hur storleksfördelningen av kornen är i sanden.

Silikatfärg är en vattenglasfärg som består av bindemedlet vattenglas och olika pigment. Den utvecklades under senare delen av 1800-talet i Tyskland och passar på alla olika mineraliska ytor.

Snutbräda är en strykjärnsformad bräda med rundad undersida som är lämplig för att bearbeta putsytor på ojämnt underlag.

Snutskurad yta är en ojämn men slät yta som skurats med snutbrädan.

Spritgrus stora sandkorn som används som ballast i spritputs.

Lästips

Spritputs knottrig puts som innehåller en del större stenar vilka ger putsens struktur. Slås på väggen med putsslev eller putsspruta.

Stukasläckning av kalk görs genom att den brända kalkstenen bakas in i sand där den får släckas under någon dag eller mer. Ger ett något starkare bruk pga. god vidhäftning mellan sand och kalk.

Sättning av bruk innebär att bruket börjar styvna och erhålla ett visst motstånd vilket gör att det är möjligt att bearbeta ytan.

Tegelmjöl är krossat tegel som används som en hydraulisk tillsats i bruk. Ger en svag rosa ton i bruket.

Torrsläckning av kalken görs med en exakt mängd vatten som gör att kalken faller sönder som ett pulver. Tillverkas framförallt industriellt och säljs på säck.

Tungslev är en liten tungformad slev som kan användas i trånga utrymmen alternativt kan den användas för att glätta en puts – då är det kanten på slevan som används.

Tunnslip är en tunn, närmast genomskinlig utsågad skiva av ett material som sitter på täckglas. Genom att studera det i ljusmikroskop kan provet ge mycket information om materialets inre struktur.

Våtsläckning av kalk innebär att den brända stenen släck med ett överskott av vatten vilket ger en kalkpasta. Den kan lagras i markgravar i ett par år för att mogna eller användas efter något dygn eller fler.

Ånggenomsläpplighet är ett materials förmåga att släppa genom vatten i ångfas.

Ädelputs är en infärgad KC-puts med glimmerkorn i ballasten vilket gör att den reflekterar ljuset glittrandes.

Balksten, Kristin (2005) **Kalkputs – Porstruktur-rens betydelse för beständighet.**

Balksten, Kristin (2007) **Traditional lime mortar and plaster – Reconstruction with emphasis on durability**

Björnström, J. (2006) **Influence of nano-silica and organic admixtures on cement hydration: a mechanistic investigation**

Hidemark, Ove (1980) **Kalkfärg på fasad.**

Hidemark, Ove och Ingemar Holmström (1984) **Kalkputs 2, Historia och teknik: redovisning av kunskaper och forskningsbehov**

Johansson, S. (2004) **Hydrauliskt kalkbruk: kunskaps- och forskningsläge: tillgången på kalksten med hydrauliska komponenter, naturligt cement och hydrauliska tillsatsmaterial för byggande i Sverige från medeltid till nutid**

Johansson, S. (2006) **Hydrauliskt kalkbruk. Produktion och användning i Sverige vid byggande från medeltid till nutid.**

Lindqvist JE. (2006) **Analys av kalkbruk.**



Tradition i utveckling. Vi har många kulturhistoriskt värdefulla byggnader och miljöer i vårt land. De är en del av vår gemensamma historia och framtid.

Statens fastighetsverk vill göra svenska folket stolt över statens egendomar, våra nationalbyggnader och fria marker; slott och kungsgårdar, teatrar, museer, ambassader och en sjundedel av Sveriges mark. Vi äger allt detta tillsammans och SFV:s uppgift är att förvalta det på bästa sätt.

Vi ska också se till att bevara byggnadernas själ och karaktär, men samtidigt anpassa dem efter dagens behov och användning – till nytta och glädje för både hyresgäst och allmänhet. Lika viktigt som att förmedla historien bakom dagens byggnader är att skapa ny byggnadshistoria för morgondagen. På uppdrag av Sveriges regering driver vi därför även nya byggprojekt som på olika sätt representerar vårt land.

SFV förvaltar också statens skog och mark. Det gör vi på ett långsiktigt hållbart sätt, så att biologisk mångfald bevaras och renbetesland kan brukas även i framtiden.

