RESTAURERING

RESTAURERING

Detta häfte ”Restaurering” ingår i Sveriges Stenindustriförbunds
”En handbok om – Natursten”.

En handbok om – Natursten innehåller följande delar:

– Allmänt
– Stenkartotek
– Terminologi & Toleranser
– Inomhus
– Skötsel Inomhus
– Fasader
– Utemiljö
– Restaurering
– Gravvårdar
– Skötsel utomhus
– Miljövarudeklarationer för vissa stensorter

I detta häfte refererar vi till vissa av ovanstående delar.

Se www.sten.se för aktuell information.

INLEDNING

Restaurering av byggnader är ett stort ämne och det råder många olika meningar om vilka principer och metoder som ska tillämpas.
Detta häfte syftar till att ge allmän information om hur man restaurerar naturstensarbeten och vilka hänsyn som bör tas. Det ger också en historisk bakgrund till hur natursten använts inom byggandet i Sverige. Målgruppen är i första hand fastighetsägare och andra som står i begrepp att restaurera en byggnad med natursten samt andra grupper som söker en sammanfattande information om natursten i äldre byggnader. Skriften riktar inte i första hand in sig på de riktigt gamla och kulturhistoriskt intressanta byggnaderna. De handhas av personer med goda insikter och tas därför väl om hand. Den typiska målgruppen är i stället bostadsrättsföreningen eller den private fastighetsägaren som förvaltar en byggnad från början av 1900-talet. Natursten, Restaurering är ingen lärobok i stenrestaurering utan förmedlar endast allmänna grunder i ämnet. Fördjupad kunskap i ämnet för den som vill utbilda sig får sökas på annat håll. Häftet ger Sveriges Stenindustriförbunds syn på problematiken och gör inga anspråk på att vara den enda sanningen.

Skriften har blivit möjlig genom samarbete i en arbetsgrupp med entusiastiskt deltagande. Olika experters samlade kunskap har vägts samman till denna skrift. Deltagare i arbetsgruppen: Lars Almqvist, Jerk Alton, Tord Andersson, Lars-Åke Aronsson, Catrine Arvidsson, Misa Asp, Lars Bengtsson, Thorbjörn Bengtsson, Jarema Bielawski, Mats Edström, Mats-Ola Ericsson, Göran Falk, Henrik Gartz, Stina Hagelqvist, Kurt Johansson, Mats Johansson, Christer Kjellén, Marie Klingspor Rotstein, Daniel Kwiatkowski, Anders Liberg, Malin Myrin, Svante Nilsson, Lennart Selrot, Fredrik Sten, Lars Svensson, Jimmy Söderlind, Sören Thor, Mikael Traung, Britt Wisth

Fotografier i skriften har samlats från olika håll. Fotografer: Catrine Arvidsson, Charlotta Bylund, Mats Edström, Stefan Haase, Hans Erik Hansson, Ingvar Hedenrud, R. Hintze, Mats Johansson, Marie Klingspor Rotstein, Bengt A Lundberg, Christer Kjellén, S. Marchner, Malin Myrin, Svante Nilsson, Riksantikvarieämbetet, Statens Fastighetsverk, Sveriges Stenindustriförbund, Sven Tideman, Mikael Traung,
Illustrationer: Henrik Gartz, Stefan Lindberg, Fredrik Sten

Sveriges Stenindustriförbund
Industrigatan 6, 291 36 Kristianstad. Telefon 044-20 97 80. Fax 044-20 96 75.
ssf.sfi@sten.se www.sten.se

Producerad av Sveriges Stenindustriförbund
© Sveriges Stenindustriförbund 2009.

INNEHÅLL

1 STENARKITEKTUR I HISTORISKT PERSPEKTIV 5

1.1 KLASSISKA ELEMENT 5
1.1.1 En dorisk portik 5
1.1.2 De klassiska kolonnordningarna 5
1.1.3 Kolonner, pelare och valvbågar 6
1.1.4 Teatermotivet 6
1.1.5 Andra kombinationer 6
1.1.6 Murens artikulering 7
1.1.7 Lisen, pilaster och kolonn 7
1.1.8 Portaler och fönsteromfattningar 8
1.1.9 Klassiska profiler och dekorer 8

1.2 STENARKITEKTUR I SVERIGE 9
1.2.1 Åren 1000 – 1500 9
1.2.2 Åren 1500 – 1830 10
1.2.3 Åren 1830 – 1910 12
1.2.4 Åren 1910 – 1950 14
1.2.5 1950-, 60- och 70-talen 15
1.2.6 Trappor och golv 17
1.2.7 Balkonger 19
1.2.8 Portaler 19

1.3 STENRESTAURERINGSPRINCIPER 21
1.3.1 Historicism och stilrestaureringar 22
1.3.2 Ruinromantik 23
1.3.3 Restaureringsdebatt sekelskiftet 1800-1900 24
1.3.4 1900-talets principer 24
1.3.5 Restaureringar under modernismen 24
1.3.6 Restaureringsideologier 1975 till nutid 26

1.4 ÄLDRE RESTURERINGSMETODER 25
1.4.1 Skyddsbehandling 26
1.4.2 Reparation och konsolidering 26

2 RESTAURERINGSPROJEKTETS GÅNG 28

2.1 RESTAURERINGENS FÖRUTSÄTTNINGAR 28
2.1.1 Internationella riktlinjer 28
2.1.2 Byggnadernas dokumentationsvärde 29
2.1.3 Målsättning och motivering 30
2.1.4 Lagstiftning för byggnadsskydd 31

2.2 RESTAURERINGSPROJEKTETS ORGANISATION 31
2.2.1 Stenrestaureringens aktörer och deras roller 31
2.2.2 Åtgärdsprogram 32
2.2.3 Upphandling 35
2.2.4 Arbetets inledande 35
2.2.5 Arbetets avslutande 35

3 SKADOR OCH NEDBRYTNING 36

3.1 SKADEANALYS 36
3.1.1 Stenens egenskaper 36
3.1.2 Mekanisk nedbrytning 42
3.1.3 Fysikalisk nedbrytning 43
3.1.4 Kemisk nedbrytning 45
3.1.5 Biologisk nedbrytning 45
3.1.6 Byggnadstekniska faktorer 46
3.1.7 Felaktiga konstruktioner 47
3.1.8 Felaktig behandling 47

4 RESTAURERING UTVÄNDIGT 48

4.1 FÖRBEREDANDE ÅTGÄRDER 48
4.1.1 Dokumentation 48
4.1.2 Mallning och schablontillverkning 48
4.1.3 Skyddstäckning 49
4.1.4 Säkringsåtgärder 49

4.2 RENGÖRING 49
4.2.1 Rengöringsmetoder 50
4.2.2 Färgborttagning 52
4.2.3 Desinficering 52
4.2.4 Klotter och klotterskydd 52

4.3 AVSALTNING 52
4.3.1 Ytavsaltning 52
4.3.2 Salter i murverk 52

Fortsättning nästa sida

4.4 KONSOLIDERING 52
4.4.1 Konsolidering av vittrad sten 52

4.5 LAGNING OCH STENBYTE 53
4.5.1 Lagning med lagningsbruk 53
4.5.2 Mekanisk ytbearbetning 54
4.5.3 Stenbyte 55
4.5.4 Ersättningssten 56
4.5.5 Plattfasader 57
4.5.6 Avslutande åtgärder 57

4.6 SKYDDSBEHANDLING 57
4.6.1 Hydrofobering 57
4.6.2 Vaxning 58
4.6.3 Offerskikt 58
4.6.4 Målning 58

4.7 BYGGNADSTEKNISKA ÅTGÄRDER 59
5.7.1 Bruk och fogning 59
5.7.2 Järn och andra material 59
5.7.3 Kvarlämnade träkilar 59
5.7.4 Avtäckning, täckning och inklädnader 59

4,8 UNDERHÅLL 60
4.8.1 Återkommande rengöring 60
4.8.2 Förebyggande konservering 60
4.8.3 Regelbunden översyn 60

5 TAK AV STEN 61

5.1 PRODUKTION OCH ANVÄNDNING 61
5.1.1 Läggningsteknik 62

5.2 SKADEORSAKER 62

5.3 UNDERHÅLL OCH RESTAURERING 63
5.3.1 Förundersökning och projektering 63
5.3.2 Restaurering 63

6 RESTAURERING INOMHUS 64

6.1 SKADOR OCH ÅTGÄRDER 64
6.1.1 Golv och trappor 64
6.1.2 Inredningar 65
6.1.3 Väggbeklädnader 66

7 ÄLDRE BEARBETNINGSMETODER 66

7.1 ALLMÄNT 66

7.2 YTBEARBETNINGAR 66
7.2.1 Huggning 66
7.2.2 Slipning 67
7.2.3 Hyvling 68

Ordlista 70

1 STENARKITEKTUR I HISTORISKT PERPEKTIV

1.1 KLASSISKA ELEMENT

Det klassicistiska formspråket introducerades i Sverige under renässansen, även om flera av dess formelement uppträtt i olika former redan i den medeltida stenarkitekturen.

Ända in på 1900-talet tillämpade arkitekter, byggmästare och hantverkare en gemensam terminologi där grekiska, latinska och ibland tyska termer blandats.

Mot senare delen av 1800-talet och under det tidiga 1900-talet hämtades arkitektoniska motiv från hela den samlade arkitekturhistorien. De gamla termerna användes dock lika ofta för motsvarande element inom icke-klassiska stilarter.

Gemensamt för stenarkitekturens klassiska element är att de betonar de olika enheterna i byggnadens konstruktion.

1.1.1 En dorisk portik

Utgångspunkten för den klassiska arkitekturen är det grekiska templet. Templet är uppfört på en plattform kallad *krepsis/krepidoma* och formad som tre trappsteg. På det översta trappsteget, *stylobaten*, är kolonnerna ställda. Dessa bär bjälklaget, entablementet. Templets gavel kallas *fronton* och dess gavelfält *tympanon*.

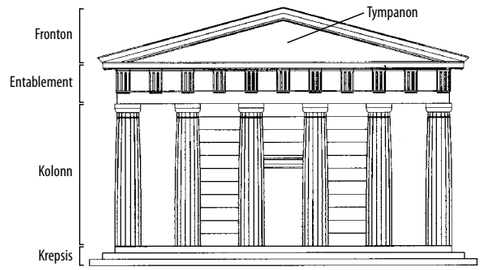


Fig 1.1 Det grekiska templet

1.1.2 De klassiska kolonnordningarna

De tre klassiska kolonnordningarna representerar besläktade, men också varierade, sätt att proportionera och artikulera byggnader.

Den kraftfulla *doriska ordningen* fig 1.3 a) är av den typ som främst används sedan renässansen. Den slankare *joniska ordningen* har ett karaktäristiskt volutkapitäl (spiralformat). Den *korintiska ordningen* med sitt höga kapitäl, dekorerat med akantusblad, är den praktfullaste.

Till kolonnordningarna hör varierad utformning av entablementet(bjälklaget) som består av tre led: arkitrav, fris och kornisch. Till ordningarna utfor-

mas också postament, där formerna ursprungligen är hämtade från det romerska podiumtemplet, se fig 1.3 a.

Kolonnens skaft byggs upp av flera delar, *trummor*. De kan också huggas ut ur ett enda stycke sten, t.ex. i granit eller marmor, och kallas då *monolit*. Skaftet kan ges *kannelyr*, räffling, se fig 1.3 a och b.

En kolonn smalnar vanligen av uppåt, enligt en svag kurvatur som i regel börjar en tredjedel upp på skaftet. Detta kallas *entasis*.

Utöver de tre huvudordningarna förekommer också toskansk (förenklad version av den doriska) och komposit eller romersk ordning (kombination av jonisk och korintisk ordning).

Kolonnordningar

– Dorisk
– Jonisk
– Korintisk
– Toskansk
– Komposit eller romersk ordning

Faktaruta 1.2

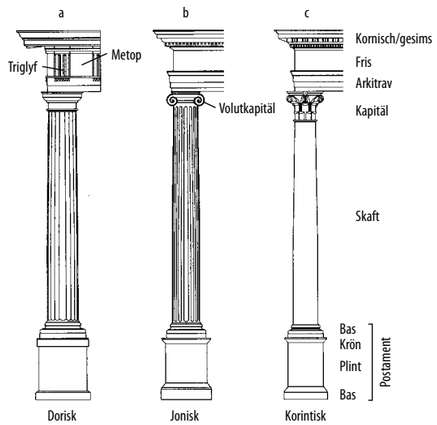


Fig 1.3 Kolonnordningar. a. Dorisk ordning, med fris indelad med triglyfer och metoper. Under antiken saknade den doriska ordningen bas. b. Jonisk ordning med volutkapitäl och i regel tandsnitt i kornischen. c. Korintisk ordning med kapitäl dekorerat med akantuslöv, ofta också med en rad av utskjutande konsoler.

1.1.3 Kolonner, pelare och valvbågar

Det grekiska templets pelargång, med kolonner och entablement, kallas *peristyl*, se fig 1.5 a. Den kan på olika sätt förenas med den romerska pelarburna valvbågen, se fig 1.5 b,c,d. I de romerska teatrarna förenas de till så kallade förkroppade kolonner eller pilastrar, dvs. pelare som anslutits direkt mot muren eller murpelaren utan någon bärande funktion för byggnaden, se fig 1.8 d,e,f.

Peristylen har en bjälklagsdel som är rak och placerad omedelbart över kapitälen, så kallad arkitrav. Pelargången kan också ha valvbågar eller arkivolter och kallas då *arkad*, se exemplen. I anfangshöjd (det upplag där valvbågen börjar), finns ofta en profilerad *impost*, som bågen/valvet stöder på. Det murade valvets mittsten kallas slutsten och markeras ofta genom kraftfullare form eller dekor, se fig 1.5.

1.1.4 Teatermotivet

I flervåniga byggnader kombineras ofta flera av kolonnordningarna. De placeras på varandra med den kraftigare ordningen nederst och slankare ordningar ovanför. Indelningen kallas ibland teatermotivet då den härstammar från den antika romerska teaterarkitekturen.

Teatermotivet är vanligt inom monumentalarkitekturen.

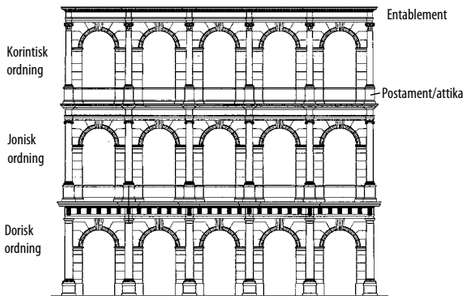


Fig 1.4 Teatermotivet kombinerar stenarkitekturens mest grundläggande element: Ett postament bär kolonnen, som bär ett entablement, som i sin tur bär attikan (ett horisontellt murparti) som i sin tur bär nästa vånings postament.

1.1.5 Andra kombinationer

Tempelarkitekturens grundformer har tillämpats på en rad olika sätt inom byggnadskonsten. Tempelportiken i fig 1.6a har en *hexastyl* kolonnställning (6 kolonner). Dess proportioner ligger till grund för *triumfbågen* fig 1.6b och till den så kallade *kolossalordningen*, fig 1.6c med kolonner och pilastrar i flera våningars höjd.

Andra exempel på proportionering hämtat från

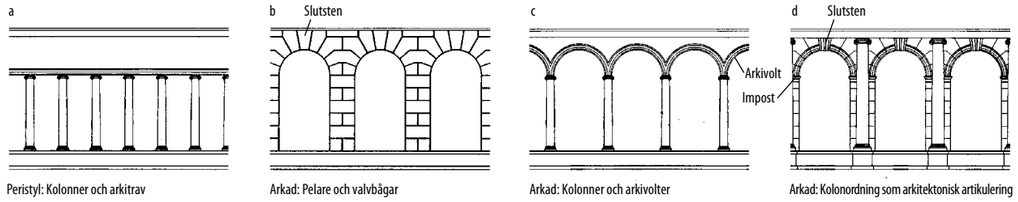


Fig 1.5

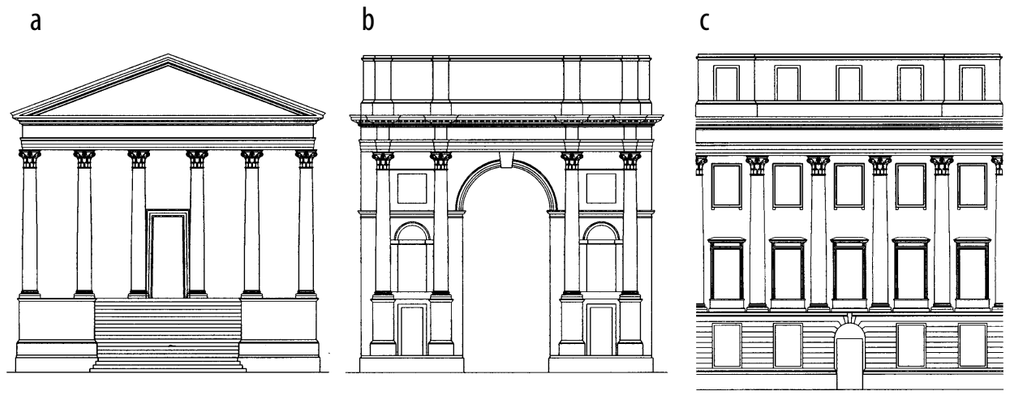


Fig 1.6 Ett av arkitekturhistoriens mest använda motiv, den klassiska tempelgaveln (a), har varit bestämmande för en stor del av den klassicerande arkitekturens komposition. Från detta grundmotiv proportionerades såväl triumfbågemotivet (b), som det palladianska kolossalmotivet (c).

templet är att dess podium motsvaras av triumfbågens kolonnpostament och rusticerade sockelvåningen till höger (a). Dess fronton har givit proportionerna åt triumfbågens attika och den högra byggnadens attikavåning (b).

1.1.6 Murens artikulering

Kolonner, pelare, bjälklag och valv har givit stenarkitekturen dess huvudmotiv. Även artikuleringen av väggen är av avgörande betydelse. Sedan antiken har murverkets skift (raden av stenar) och förband betonats. De har också imiterats i puts, stuck eller genom målning.

Indelningen av muren i kvadrar, rätvinkliga ”block”, kallas rusticering. Den kan bestå av enkel bandrustik där endast de liggande fogarna betonats, fig 1.7a. I *kvaderrustiken* är både horisontella och vertikala fogar betonade, fig 1.7 b. Ofta ges kvaderrustiken även en kraftig yta. Fig 1.7 c visar exempel där vartannat skift har en råare yta. I arkitektur inspirerad av renässansen används ibland en prismatisk rusticering kallad *diamantrustik*, se fig 1.7 d.

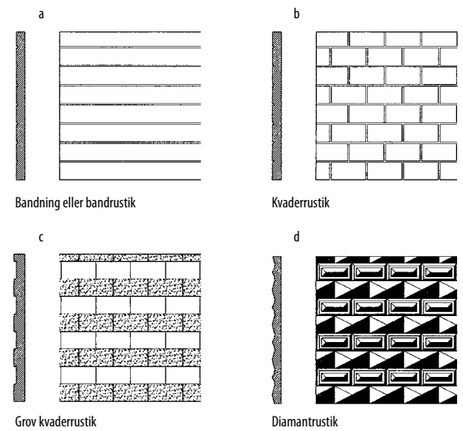


Fig 1.7 Rusticering

1.1.7 Lisen, pilaster och kolonn

Murytan kan indelas vertikalt på olika sätt, se exempel i fig 1.8.

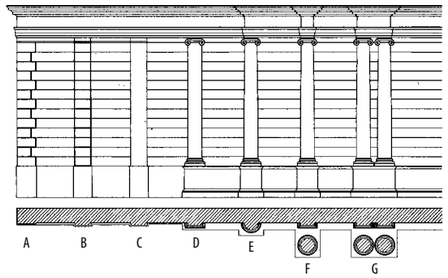


Fig 1.8 A = Hörnkedjor. B och C = Lisener, vertikala förkroppningar utan bas, entasis eller kapitäl. D = Pilastrar. E = Halvkolonner. F = Hela kolonner, ställda framför muren. G = Hela kolonner, ställda framför muren och kopplade med gemensamt entablement.

1.1.8 Portaler och fönsteromfattningar

Stenarkitekturens klassiska formspråk och uttryck möter vi oftast i portaler och fönsteromfattningar. Denna typ av profilering har sedan dess använts för dörr- och fönsteromfattningar.

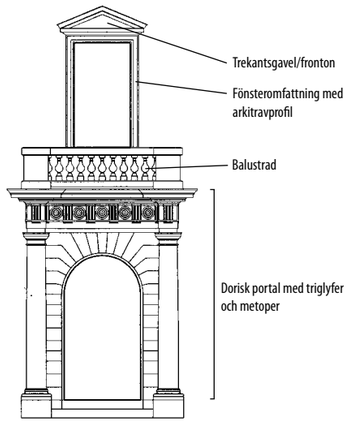


Fig 1.9 En portal där en rad vanliga element tillämpats.

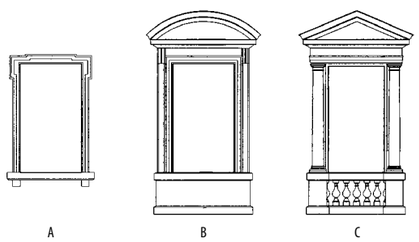


Fig 1.10 Några vanliga fönsteromfattningar. A. Med arkitravprofil samt vilande på ett rakt understycke, s.k tablett. Övre sidorna har s.k. öron. B. Med band och överstycke vilande på två konsoler. Segmentsformad fronton. C. Med kolonetter (små kolonner) som bär ett överstycke med trekantsgavel. Fönsterbröstningen har balusterdockor.

1.1.9 Klassiska profiler och dekorer

Den klassiska arkitekturens minsta element är samtidigt de som nyttjats mest mångsidigt. Det gäller listverksprofiler och deras dekorativa artikulering. Listverk har brukats inom såväl byggnadskonsten som till fast och lös inredning samt konsthantverk. Här redovisas några av de viktigaste profileringarna som använts av stuckatörer, snickare och målare.

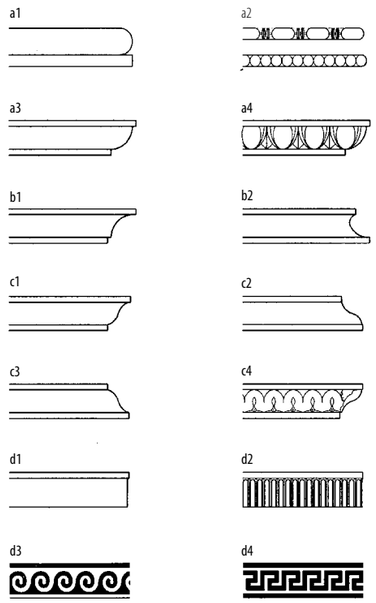


Fig 1.11 Några klassiska profiler och dekorer.

Rundstaven kan indelas i halv- (a1), kvarts- (a3) eller undantagsvis trekvartsstav. De runda profilerna dekoreras ofta med olika former av pärlstav (a2) eller äggstav (a4). Beroende på skala kallas segmenten för torus eller svulst (stora) och astragaler (små).

Hålkälen (b1 och b2) är en konkav profil och utgör ett segment av en cirkel eller oval. Profilen används främst för att förmedla vertikala och horisontella fält. Den hämtar sin form ur den attiska kolonnbasen.

Karnisen (c1–c4) har en S-formad profil. Den avslutar alltid en kornisch men används i alla slags listverk. Den kan vara stigande (c1 och c4) eller sjunkande (c2 och c3) och pryds ofta med bladstav (c4).

Platten (d1–d4) är en rak profil, oftast avslutad med en liten list, se d1, d2. Plana ytor kan dekoreras på många sätt, t.ex. genom kannelyr (d2), löpande hund (d3) eller meander (d4).

1.2 STENARKITEKTUR I SVERIGE

Användningen av natursten som byggnadsmaterial har varit avhängigt av:

- ekonomi
- tillgång på stenmaterial
- teknik
- arkitektonisk gestaltning

Faktaruta 1.12

I äldre tider byggde man med det material som fanns lokalt tillgängligt. Den sten som användes för slottsbygget i Stockholm under 1700-talet fraktades över vattnen från Gotland, Öland, Roslagen och Mälaröarna. Den ökade stenanvändningen under 1800-talet blev möjlig genom nya transportmöjligheter och ny teknik för brytning och bearbetning.

Stenbyggnadsteknik och arkitektonisk gestaltning är inte nödvändigtvis avhängiga av varandra. Ny teknik har i allmänhet introducerats av inflyttade hantverkare och har då ofta, men inte alltid, genererat stilhistoriska förändringar inom arkitekturen. Det är i stället förändrade värderingar, arkitekternas intryck från studieresor och influenser från andra kulturer som givit upphov till förändringar i den arkitektoniska gestaltningen. Följande periodindelning utgår från förändringar av stenarkitekturens tekniska utveckling. De stilhistoriska epokerna inom dessa perioder redovisas översiktligt och avser svenska förhållanden. Såväl teknik- som stilhistoria uppvisar en tidsförskjutning jämfört med kontinenten.

1.2.1 Åren 1100-1500

Fig 1.13 Åre gamla kyrka från slutet av 1100-talet. Lokal skiffer som grova block i väggarna och som takbeläggning.

Romansk och gotisk stil

De äldsta murarna uppfördes som kallmurar, det vill säga murar utan murbruk. De kunde vara konstruerade med sten rakt igenom, eller som skalmurar. Mellan murskalen fyllde man med jord eller sand.

Tekniken att mura med bruk infördes i samband med Sveriges kristnande omkring förra millennieskiftet (1000-talet). Genom att man lärde sig bränna kalk och mura med kalkbruk. blev det möjligt att bygga högre murar än tidigare. Stenbyggnadstekniken fick spridning genom kloster- och kyrkobyggen och tillämpades snart också för försvarsverk, slott och andra anspråksfullt uppförda byggnader. I slutet av 1400-talet började stormän med maktanspråk att bygga befästa stenhus, som Wik i Uppland och Torpa i Västergötland.

Som byggsten användes framför allt lokal sten som låg i öppen dager. De mest förekommande stensorterna från tidig medeltid är kalksten och sandsten, främst lokal sådan. Efterhand började man hämta kalksten från Gotland och Öland. Från 1500-talet exporterades även gotländsk sandsten, till hela Östersjöområdet. I Stockholmstrakten användes den hårdare, silikatbundna Roslagssandstenen jämsides med kilad eller obearbetad fältsten av granit och gnejs.

Fig 1.14 Vårnbs kyrka på Billingen i Västergötland, byggd av lokal kalksten och i romansk stil. Kyrkans äldsta delar dateras till 1100-talet.

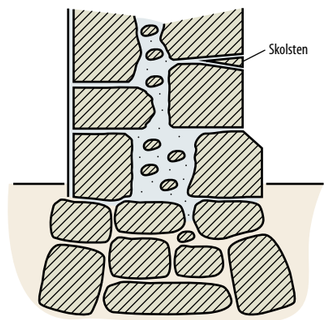


Fig 1.15 Skalmur med skal av natursten och en kärna av flissten och bruk.

Murarna uppfördes oftast som skalmurar, med ett yttre och ett inre murat skal av sten. Stenen i skalen kunde vara obearbetad eller kluven och behuggen sten. För att stabilisera murar med ojämnt formade stenar kilade man in mindre stenar, skolsten, mellan de större stenarna. Mellanrummet, kärnan, fylldes med mindre stenar, borthuggna stenflisor

och murbruk, ibland i form av en gjutmassa. För att de utåtgående hörnen skulle bli stabila murades dessa av mera bearbetade och ofta större stenar som så kallade hörnkedjor. Runt öppningar murade man skoningar på liknande sätt för att stabilisera muren. I tidig medeltid slogs även valv och kupoler av natursten och murbruk.
Stenen var antingen bara kluven, eller bearbetad med pikhuggning, skrädhuggning eller narvhuggning, senare även tand- och lågerhuggning. Mönsterhuggning förekommer mest på dörr- och fönsteromfattningar. Med kyrkans ökade skatteintäkter blev kyrkorna allt mer påkostade med profilerade socklar och utsmyckningar, och de kunde också byggas helt i huggen sten, kvadersten.

I de medeltida stenhusen användes ofta trä som en slags sammanhållande element för att förhindra eller minimera sprickbildning och stabilisera stenkonstruktionen. Det kunde vara inmurade remstycken monterade på murkrönen eller träbjälkar. Från 1400-talet blir det vanligt att förankra träbjälkar i fasaden med ankare av järn.

Vanligt folk byggde mest trähus, men det var ekonomin och den lokala tillgången på material som avgjorde valet av byggnadsmaterial. Husen byggdes på stenfot. Denna stenfot eller grundmur var kanske den volymmässigt största byggstensanvändningen.

Tegel och natursten

Fig 1.16 Västportalen till Uppsala domkyrka. Nordens största gotiska kyrkobyggnad uppfördes ca 1270 - 1435, men är tillbyggd och ombyggd vid flera tillfällen. Materialet är tegel med inslag av täljsten och Vattholmamarmor, främst i portaler och skulptur.

Konsten att bränna tegel kom till Sverige på 1200-talet (till Skåne i slutet av 1100-talet). Mängden natursten i byggandet minskade därmed. Teglet blev dominerande i valv och kupoler. Sten användes som förstärkning, i portaler och fönsteromfattningar samt till skulptural utsmyckning. Teglet kom att dominera i tiggarordnarnas kloster, de nya stadskyrkorna och andra kyrkliga byggen som katedralskolor och helgeandshus, rådstugor och herremännens bostadshus. Med den nya tekniken började den romanska stilen med runda bågar att förändras mot en unggotisk form med högre och spetsiga bågar. De bägge stilarna användes länge parallellt.

1.2.2 Åren 1500-1830

Renässansen

Med reformationen och Gustav Vasas trontillträde försköts monumentalbyggandet från kyrkan till central- och kungamakten som fortsatte att använda sten i sina försvarsanläggningar, bland dem Kalmar och Vadstena slott. För Stockholm slotts förstärkta befästning och tillbyggnad användes tegel eftersom man hade stor tillgång på lera i Mälardalen. Vasakungarna tog in murmästare och bildhuggare från Tyskland, Nederländerna och Italien som introducerade ny byggnadsteknik och en ny stil, renässansen. Stilen hade uppstått ur ett nyvaknat intresse och studium av antikens byggnader. Kungaborgar och herremäns bostadshus försågs med dekorativt huggna portaler med vapensköldar och ibland konstfullt utformade gavlar. Till den skulpturala utsmyckningen användes i första hand lokal kalksten, men även gotländsk och öländsk kalksten samt gotländsk sandsten, som nu kom att användas i större omfattning.

Fig 1.17 Vadstena slott är ett av landets bäst bevarade renässansbyggen; en sluten försvarsanläggning med massiva murar av kalksten och olika sorters lokal fältsten. Murarna har varit putsade. För den påkostade portalen och gavelkrönet användes kalksten, möjligen från Borghamn.

Barocken

Efter trettioåriga kriget (1618-1648) följde många murare, stenhuggare och konstnärer från kontinenten med segerherrarna till Sverige för att stå till kungens och adelns förfogande. Nu blev den vanligaste konstruktionen fullmur av tegel med nya typer av murankare. Denna murverkskonstruktion kom att användas en bit in på 1900-talet. Naturstensskalen gjordes tunnare, mer som beklädnadsskikt än som stommaterial. Förankringen utfördes ofta som längsgående *sträckkramling* och *bakåtkramling* in i bakmuren. Stenskalen var i princip ihopmurade med bakmuren. Beklädnadstenen på sockeln kunde vara kramlad med så kallade *svanskramlor*, med den kluvna ”svansen” synlig i fasad.

Landets försvar förflyttades från Stockholm till städer i strategiska lägen som befästes med vallar och försvarsmurar. Fästningsbyggandet utvecklades efter nya fortifikatoriska erfarenheter. Slottet Tre Kronor i Stockholm byggdes om för att rymma centralmaktens nyinrättade ämbeten. Många svenska städer fick moderna stadsplaner med rätvinklig kvartersindelning och praktfulla kyrkor i barock.

Adeln befäste sin status i nyuppförda slott på landsbygden och överdådiga stadspalats, uppmuntrad av statsmakten som månade om huvudstadens representativa anseende. Renässansen stenornamentik lever kvar ännu under den period vi kallar barocken. Palatsen försågs med påkostade portaler och annan fasaddekoration, ofta även stenskulptur på tak. Den lättbearbetade gotländska sandstenen lämpade sig väl för barockens lejon, maskaroner, klot och figurer som sattes samman i olika kompositioner. På sand- och kalksten var lågerhuggning i ett dekorativt parallellt vågmönster vanligt. Stenen målades med linoljefärg både i dekorativt syfte men också för att ge den skydd. Sten användes även fortsättningsvis som förstärkning av utsatta partier i tegelmurar, t ex som skoningar runt trafikerade portaler. Sandstenen kom också till användning för valvslagning för lång tid framöver. För 1600-talets exklusiva inredningar började man också bryta marmor i större omfattning.

Fig 1.18 Portal 1600-tal. Renässansens ornamentik fick fortsatt användning under barockens epok. Denna portal visar en polykrom stenarkitektur med omväxlande röd kalksten och grå sandsten. Västerlånggatan 64, Stockholm.

Fig 1.19 Södra Bancohuset vid Järntorget i Stockholm uppfört 1676-80 efter N. Tessin d.ä:s ritningar. Byggnaden, i målad gotländsk sandsten och med putsad fasad, har sin förebild i den romerska barocken. Den är senare tillbyggd mot öster.

Rokokon

När Stockholms slott byggdes upp på nytt efter branden 1697 (med ett uppehåll 1710-1723) hämtades kunniga hantverkare och konstnärer från framför allt Frankrike. Arbetet med slottets interiörer under Carl Hårlemans ledning blev tongivande för rokokons utveckling i Sverige under 1740-talet.

1700-talets arkitekter fick rita nyttobyggnader som skolor, tingshus, fattighus, posthus och militära anläggningar. Rokokons exteriörer utmärks av en enkelhet och återhållsamhet som står i skarp kontrast till stilens yppighet i inredningar och formgivning. Fasaderna är i allmänhet slätputsade och naturstenen används för kontrasterande ytor och dekor. Även socklarna är putsade. Ankarjärnen putsas ofta över.

Fig 1.20 Övedsklosters slott, ritat av Carl Hårleman och uppfört under 1760-talet. Rokokons fasader är ofta försiktigt modulerade med risaliter. Mot den rosa putsade fasaden står souterrängvåning, lisener, fronton och takgesims av lokal röd Övedssandsten.

Överintendentsämbetet stärktes som central myndighet för det offentliga byggandet.

Flera förordningar utfärdades med krav på att nya byggnader skulle byggas i ”sten”, det vill säga tegelmurar på stenfot. Detta av brandsäkerhetsskäl

men också för att spara på skogen.

1700-talets byggnadstekniska innovationer omfattade nyttobetonade projekt som stenbroar, slussar och kanaler, och där kom naturstenen till störst användning.

Man började lägga skiffertak under slutet av 1700-talet då brytning av bergarten påbörjades i Bergslagen, Dalsland och Värmland. Bostadshus på Gotland var till övervägande del belagda med kalkstensflis.

Den gustavianska epoken och empiren

Stilmässigt präglas arkitekturen från 1770-talet av en åtstramning med antika förtecken som brukar tillskrivas intryck från då pågående utgrävningar av Pompeji och Herculanum. Denna utveckling mot ett antikhärmande formspråk blev än mer påtagligt efter Gustav III:s resa till Italien 1783-1784.

Den gustavianska perioden övergick i Karl-Johansstilen, uppkallad efter Karl XIV Johan, även kallad empire. Nu hämtades influenserna från Frankrike och Napoleons fälttåg i Egypten. Antikidealet behåller sitt grepp om arkitekturen, men blir än mer åtstramat. Fasaderna är putsade.

Fig 1.21 Botanicum i Uppsala exemplifierar det sena 1700-talets antikintresse. Mot en gulputsad slät fasad står en tempelportik i gotländsk målad sandsten, sockeln är huvudsakligen i granit. Portomfattningar, fönsteromfattningar och trappa av Roslagssandsten.

1.2.3 Åren 1830-1910

Ny teknik och nystilar

Bygget av Göta kanal 1809-1832 bidrog till byggnadsteknikens utveckling och blev en viktig skola för murare, timmermän och snickare. Med ångans hjälp kunde man bryta granit på djupet. Kalk- och sandsten bröts till största delen fortfarande för hand, men den röda Övedssandstenen bröts i gruvbrott med moderna metoder. Stenen kunde sågas, hyvlas och slipas med hjälp av tryckluft och mekaniska sågar. Med nya transportmöjligheter kunde stenen fraktas över längre sträckor, och exporteras. Den maskinella hanteringen fick särskild betydelse för brytning och bearbetning av den hårda graniten, som fick betydligt större användning. I städerna uppfördes bostadshus i flera våningar, och naturstensfasader blev allt vanligare.

Det var också en tid av arkitektonisk nyorientering. Man bröt med den stramt enkla klassicismen, blickade tillbaks mot tidigare epoker och tog för sig ur byggnadshistorien. Stilarna kunde gärna blandas. Den ombyggnad och nybyggnation av lantkyrkor som påbörjades i slutet av 1700-talet fortsatte under 1800-talet, nu i tegel och nygotisk stil. Renässansens formspråk utnyttjades gärna i monumentalbyggnader med bildningsändamål men också i bostadshus. Även barocken återuppstod i nystilarnas tidevarv.

Fig 1.22 Nationalmuseum, uppfört 1846-66, ansluter till norditaliensk renässans. Putsarkitekturen dominerade vid den tiden, men för det betydelsefulla museibygget användes kalksten från Borghamn som fasadbeklädnad.

Fram till 1860-talet var fasaderna i allmänhet putsade eller visade sina nakna tegelmurar, ofta i kombination med sten i socklar, portaler, fönsteromfattningar och i dekorativt bearbetad sten. Från 1880-talet började man använda natursten som beklädnad på tegelmur. Tack vare ny teknik, transportmöjligheter och god ekonomi kunde man utnyttja stenen på helt nya vis. Man använde sig av olika sorters sten för estetiska effekter, och utnyttjade också möjligheten att bearbeta stenens yta och skapa kontraster med olika bearbetningar. Kvader med råkoppsyta förekommer ofta i stenstaden vid sekelskiftet 1900.

Fig 1.23 Fasaden får sin dekorativa verkan av stenens kontrasterande stensorter med olika kulör och bearbetning. Murverk av ljus kalksten. Mellan fönstren kolonnetter av svart och röd granit. Munkbron 9 i Stockholm.

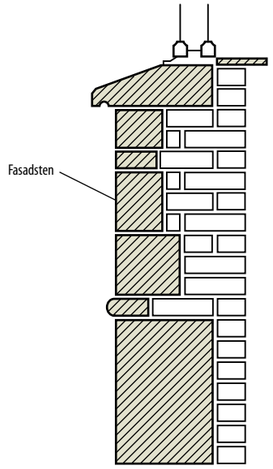


Fig 1.24 När våra stenstäder började byggas upp i slutet av 1800-talet integrerades den utvändiga naturstenen med den inre tegelmuren.

I slutet av seklet kom jugendstilen som en reaktion mot nystilarna. Den hade sina förebilder i fransk och tysk arkitektur, med olika uttryck.

Fig 1.25 Polygonmur av noggrant utvalda granitblock med barkyta. Tryckt fog ca 10 mm. Eriksbergsparken, Stockholm.

Fig 1.26 Bostadshus med putsad fasad, och sockelvåning, portal och fönsteromfattningar av röd sandsten i tidstypisk jugendstil. Esplanaden nr 11 i Sundsvall.

Sekelskiftet och det tidiga 1900-talet utmärks också av nationalromantikens intresse för murens effekter. Man sökte efter ett kärvt nordiskt uttryck, och graniten kom väl till pass som ”urberg”. I vurmen för ”äkta” material målade man inte längre stenen, och puts och färg avlägsnades från tidigare putsade och målade socklar. Man fortsatte att experimentera med nya uttryck av sten i fasaden, och gärna samma sorts sten i varierande kulörer. Vid samma tid blev putsfasaderna allt vanligare på bostadshusen, ofta kombinerade med natursten som dekor i fasaden och i portaler.

Bruk och betong

I början av 1800-talet kom en rad nya sorters bruk och cementen introducerades. Vid restaureringar ersatte man ofta förlorad sten med cement. Så kallad konststen (i dag skulle vi säga betong) användes också som utsmyckning i fasaderna.

Man laborerade med att försöka framställa ett starkare bruk bl.a. genom att tillsätta alunskiffer vilket gjorde bruket hydrauliskt. Den tidiga konststenen var ofta utförd med Parkers cement (även kallat Engelskt cement) som bindemedel. Under andra halvan av 1800-talet blev det vanligt med portlandscement som bindemedel i konststenen.

Kvaderblock monterades och riktades upp på träkilar. Sedan drevades och tätades fogarna, varefter fogarna göts i med lättflytande fint cementbruk, möjligen även med kalkbruk. Efter att bruket härdat togs åtkomliga kilar och drevning bort och fogstrykning utfördes. Synlig sten och synliga fogar var en nyhet på 1800-talet. Fogstrykning med cementbruk blev allmänt förekommande.

I slutet av 1800-talet började man bygga med prefabricerade betongdetaljer som skulle likna natursten. En bit in på 1900-talet började man använda sig av armerad betong i konstruktioner som kläddes med plattor av natursten.

Fig 1.27 Affärs- och kontorshus på Kungsgatan i Stockholm byggt 1910 som en skelettkonstruktion av armerad betong, med tillagd fasad av Grännasandsten. Glaspartierna ramas in av smala pelare och bjälklagsmarkeringar av sandsten.

1.2.4 Åren 1910-1950

Nationalromantik, nyklassicism och modernism

Under 1900-talets första decennier uppfördes några av landets stora monumentala byggnadsverk. Stockholm stadshus, uppfört 1904-23 efter Ragnar Östbergs ritningar, förenar nationalromantik med en begynnande nyklassicism som kom att prägla 1920-talet. Teglet dominerar åter som byggnadsmaterial, putsat eller oputsat, och natursten kommer till sparsam användning i socklar, portaler, räcken och trapphus. Under 1920-och 30-talen blev den sågade stenytan förhärskande.

Fig 1.28 Under 1920-talets klassicism var murarna åter putsade, men naturstenen exponerades desto mer påtagligt i trappor och portaler. Stadsbiblioteket på Sveavägen i Stockholm med portal av Kolmårdsmarmor.

Fig 1.29 Bottenvåning av skkulpterad granit Erik Dahlbergsallén 3, Stockholm.

Stockholmsutställningen 1930 blev genombrottet för den funktionalistiska stilen, som fick stort genomslag i nya bostadsområden och offentliga byggnader under 1930- och 40-talen. Formspråk, konstruktioner, material och arbetsmetoder förändrades. Fasaderna var övervägande putsade. Natursten användes framför allt i portalomfattningar och invändigt i trappor och golv samt som väggbeklädnad. Skulperade socklar och portomfattningar av granit är typiska inslag i nationalromantikens arkitektur. Funktionalismen övergick successivt i modernismen, med oförändrad koppling mellan funktion och gestaltning.

Fig 1.30 Trappa och golv av grön Gropptorpsmarmor i Medicinska Nobelinstitutet i Stockholm, byggt 1948.

Plattbeklädnad av fasader

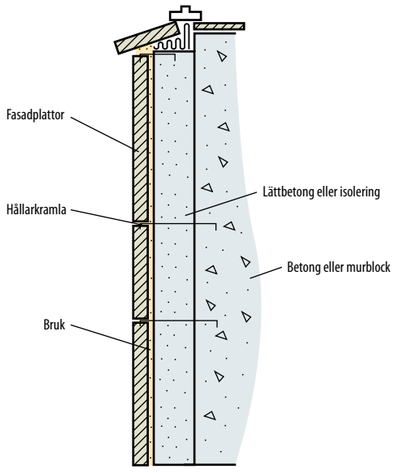


Fig 1.31 Principskiss av fasadplattor monterade i bruk och säkrade med hållarkramlor av tråd. Ibland användes även dubbar, ca Ø 10 mm, som bar plattorna i underkant.

Under 1900-talets första årtionden började man i allt större utsträckning bygga husen i städerna med stommar av betong. Med maskiner kunde man nu såga till tunna plattor och stenen blev allt mer ett beklädnadsmaterial. Stenfasader utfördes som ett skal av stenplattor som monterades mot betongstommen med bruk, vanligen cementbruk. Oftast säkrades plattorna med trådkramlor av koppar som göts in i borrade hål i betongstommen och som monterades i hål i plattkanterna. I vissa fall, främst över dörr- och fönsteröppningar, insattes grövre dubbar av koppar eller mässing som upplag för plattorna.

Fig 1.32 Montering av stenplattor på fasad isolerad med träull, 1940-talet.

Fig 1.33 Montering av stenplattor mot bakmur av tegel, 1940-talet.

1.2.5 1950-, 60- och 70-talen

En mycket stor del av vårt byggnadsbestånd är uppfört efter andra världskriget. Denna period omformade våra samhällen och prioriterade storskaliga, moderna, framtidsblickande byggprojekt. Bland dessa finner vi kontor, kommunalhus och banker med stenfasader och påkostade interiörer med sten. Här finns också kulturhistoriskt värdefulla hyreshus med stenportaler, -trappor , -golv och -fönsterbänkar etc. Stenmaterialet valdes traditionellt för ytor utsatta för särskilt slitage och för sina estetiska, symbolladdade värden. Det gav byggnaden en solid karaktär som förmedlade fastighetsägarens omsorg om sina kunder, hyresgäster och brukare i det svenska folkhemmet.

Efterkrigstidens modernism främjade innovation och utveckling av byggandet genom prefabricering, industrialisering och experimentella lösningar. Stenen övergick från att vara en integrerad del i den bärande stommen till att bli en beklädnad. Därmed reducerades stenens tjocklek succesivt till dagens 30 mm. Detta fordrade nya lösningar för montering, kramling och fogning. Många lösningar var inte väl utprovade. På motsvarande sätt gick stenmaterialet från att vara bärande material, som t ex blocksteg i trappor till att bli beklädnadsmaterial för ytor och att t o m ersättas av andra stenimiterande material.

Problembild och nya förhållningssätt

Under 1900-talets senare hälft ökade användningen av utländsk sten. Ibland var den helt oprövad och visade oväntade egenskaper i det nordiska klimatet. Det finns många exempel på ny, utländsk sten som blivit instabil, böjt sig, spjälkats (exfolierat) eller fått missfärgningar. De illa underbyggda stenvalen, den reducerade tjockleken, nya monterings- och fogningsmetoder samt en kombination av dessa faktorer innebär att efterkrigstidens byggnader och moderna byggnadsminnen ofta dras med andra skadetyper än vad som gäller för våra äldre byggnadsminnen. Moderna byggnadsminnen är ofta stora, effektiva bruksbyggnader som ställer krav på ändamålsenliga och väl avpassade lösningar vid restaurering. Målet är att vidmakthålla byggnadens kvaliteter, karaktär och egenart men utan funktionella, tekniska inskränkningar eller extrema underhållskostnader. Därför kan inte alltid de traditionella metoderna att konsolidera stenen och göra ilusningar tillämpas. Nya förhållningssätt ifrågasätter också etablerade begrepp, som t ex autenicitet och patina. I det moderna byggnadsbeståndet kan det resultera i att man hellre gör utskiftningar av sten som är felvald eller av låg kvalitet än att söka reparera och konsolidera befintligt material. Modernismens byggnader är utförda för att ständigt vara hela, rena och ”i takt med tiden”. Bevarandet av denna grundidé fordrar hög finish och liten acceptans för bevarande och reparation av undermålig sten. Erfarenheterna har visat på behovet av utbildning för projektörer i stenkunnande och att göra rätta val såväl i nybyggnad som i restaurering.

Exempel

Ljusa fasader tillhör modernismens favorituttryck och ljus marmor och kalksten förenade denna vison om sublim lätthet med kravet på hållbarhet och varaktighet. Många av våra kulturhistoriskt värdefulla byggander från 1950-60-talen är därför klädda med ljus natursten. På fasader finner vi exempelvis ljus Ekebergsmarmor i Eslövs medborgarhus (1955-57) av Hans Asplund, italiensk Travertin i Lincoln center, New York (1959-1965) av Philip Johnson, Eero Saarinen mfl Vermontmarmor i FN-byggnaden, New York (1947-51) av Wallace K Harrison, samt Carraramarmor i Finlandiahuset, Helsingfors (1967-71) av Alvar Aalto. Flera av dessa byggnader visar skadebilder och åtgärder som är typiska för problemen i efterkrigstidens kulturhistoriska byggnader med åtföljande principdiskussioner om restaurering.

Fig 1.34 Rengöring med varmvatten och högtryck på ljus Ekeborgsmarmor vid Eslövs medborgarhus.

Den drygt femtio år gamla Ekebergsmarmorn på Eslövs medborgarhus har åldras med en gultoning samt en sandig yta som drar åt sig smuts och mossväxt. Rengöring utfördes som skoningsam högtryckstvätt med varmvatten som rensade det vegetativa skiktet. Mikroorganismer återkom dock snart. Metoder undersöks därför för att hålla norrfasadens stenbarriär torrare genom värmetillförsel eller genom biostat-kemisk behandling.

Fig 1.35 Finlandiahusets Cararramarmor visar böjningsskador och smutsmärken i ett rutnät som inte var avsedd i Alvar Aaltos arkitektur.

Finlandiahusets beklädnad av 30 mm Carraramarmorskivor gav byggnaden karaktär av ett isblock. Denna egenskap förlorades när skivorna böjdes, gav en smutsad kant och ett rutnätsmönster över fasaden. Det är sedan länge känt att plattor av Carraramarmor kan vara instabila och ge böjningsfenomen. Av kulturhistoriska skäl genomfördes 1998 en restaurering med något tjockare sten av samma marmortyp fäst vid betongunderlaget. Tyvärr resulterade åtgärden i att nya böjningsfenomen snart uppträdde.

Erfarenheten av dessa och liknande restaureringsarbeten visar att restauering av kulturhistoriskt bestånd i efterkrigstidens bebyggelse fordrar nya förhållningssätt. Det är viktigt och ofta förhållandevis åtkomligt att efterforska arkitektens avsikter och val av natursten eftersom ritningar och byggnadsbeskrivningar ofta är bevarade. Kanske är arkitekten också i livet för att besvara frågor inför en restaurering. Varför och hur gick det till att välja sten? Hur utfördes arbetena i detalj och hur svarade resultatet mot förväntningarna? Det är frågor som kan motivera åtgärder vid en restaurering. Val som har att göra med att bevara, konservera, reparera, skifta ut och göra ändringar vid restaurering av natursten i vårt sentida byggnadsarv.

Ventilerad fasadbeklädnad

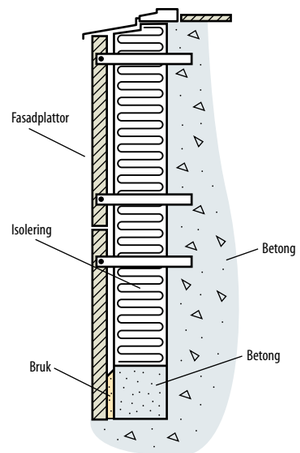


Fig 1.36 Principskiss av ventilerad fasadbeklädnad med tunna fasadplattor individuellt monterade med kramlor.

I slutet av 1940-talet utvecklade stenbranschen ett nytt monteringssystem där beklädnaden är ventilerad samt bärs upp och hålls inne med rostfria kramlor. Under senare delen av 1900-talet har även prefabricerade betongelement med ytskikt av natursten introducerats. Dessa principer för montering används även i dag. Till en början användes kramlor av rostfritt plattstål som göts in i betongen och fästes i stenbeklädnadens fogar med tvärgående dubbar. I takt med ökade krav på värmeisolering har avståndet mellan beklädnad och bärande byggnadsstomme blivit allt större. Stenen monteras därför allt oftare på olika sekundära bärverk som överför lasterna från beklädnaden till stommen.

Väggbeklädnader inomhus

Fig 1.37 Väggbeklädnad av Ekebergsmarmor utförd 1952. Handelshögskolan i Göteborg.

I början av 1900-talet började man montera tunna stenplattor mot byggnadsstommen även inomhus. Den vanligast förekommande ytbearbetningen var slipad eller sågad yta, men även hyvlade och blästrade ytor samt olika former av ytbehuggningar, t ex lågerhuggning, förekom.

Plattmontering utfördes framförallt mot bakmurar av tegel, betong eller lättbetong. Plattorna monterades i bruk med upplag på bjälklaget och oftast förlitade man sig helt på vidhäftningen för att hålla plattorna på plats. Beklädnaderna kan vara mycket höga, inte minst i trapphus och större entréhallar.

Sedan 1960-talet monteras större plattor med upplag på bjälklag och med bakstöd av bruk eller liknande mot stommen samt med mekanisk förankring. Mindre plattor monteras i fästmassa vars egenskaper väljs efter underlagets och stenens förväntade rörelser.

1.2.6 Trappor och golv

Trappor utvändigt

Den genom seklerna mest förekommande utvändiga stentrappan är blocksteg lagda på stavflis e d men ofta också i bruk.

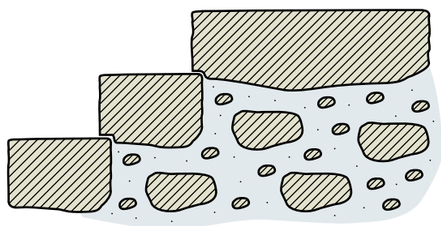


Fig 1.38 Den genom seklerna vanligast förekommande trappan har blocksteg lagda på grus och flissten.

Större yttertrappor har vanligtvis en egen, från byggnaden separerad grund. Den undermurade trappans steg vilar på ett murverk, ibland i form av en bruksmur eller ett valv. Ibland kan stegen bäras av en sarg eller ett vangstycke. Stegen kramlades i varandra genom hakkramlor av järn satta i bly. Blockstegen utformades ibland med dekorativa utsparningar.

Från och med renässansen fick trappor och portar till borgar och stadspalats en större symbolisk och ceremoniell betydelse och blev allt mer monumentalt utformade, ofta som dubbla fritrappor.

De vanligast förekommande trapporna var dock enkla, raka blockstenstrappor. Från mitten av 1500-talet blev det vanligt med trapptorn.

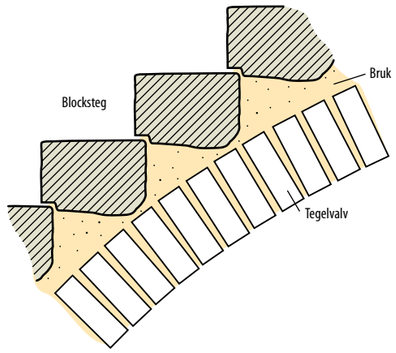


Fig 1.39 Blockstegstrappa lagd i bruk på flackt tegelvalv.

Under 1800-talet kom trappor att utföras på flacka tegelvalv, senare betongvalv på stålbalkar. Stenindustrins industrialisering och tekniken med byggnadsstommar av betong fick i början av 1900-talet även betydelse för golv- och trappkonstruktionerna. Murade valvkonstruktioner ersattes av armerade betongskivor. De naturstensklädda betongtrapporna har kommit att dominera. Planstegens profilering har förenklats successivt och idag är steg med raka kanter vanligast.

Trappor inomhus

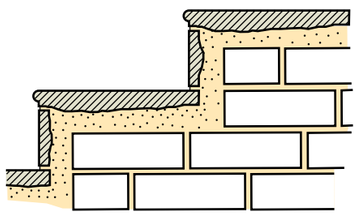


Fig 1.40 Beklädnadstrappa, steg av natursten lagda i bruk.

Under tidig medeltid var den invändiga trappan ofta inbyggd i muren. De svängda trapporna har

ofta en spindel av sten eller tegel, varifrån stegen löper utåt. Inbyggda trappor kunde vara täckta med överkragade stenblock eller välvda med tunnvalv. Tunnvalvet fungerade som bärning för trappan. Trappstegen kunde också utgöras av utkragade skift i en självbärande konstruktion där det översta blocksteget i viss mån vilade på det undre. Den raka trappan inomhus blev vanlig från renässansen.

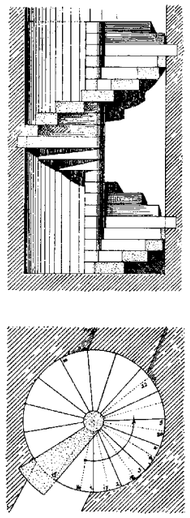


Fig 1.41 Spiraltrappa med blocksteg av sten.

Fig 1.42 Plansteg av kalksten på stomme av gjutjärn från 1885. Tyskbagargatan 12, Stockholm.

Golv

Stengolvens tekniska och estetiska utformning har bestämts av rummets funktion och lokal tillgång på sten. Källarutrymmen har ofta golv av kullersten eller tegel satt i sand. Kalksten var ett vanligt golvmaterial. Stenarna kunde sättas i sand, som ibland breddes ut på ett stampat lager av kalkbruksstabiliserat grus, tegelkross o d vilket i princip motsvarar en äldre bjälklagsfyllning.

Från renässanstid blev det vanligt med golv av slipade ("skurade") stenplattor av kalksten, ofta i alnstorlek eller delar av aln, s.k. anstrak. Kanterna var huggna. Plattorna sattes dikt an utan fog eller med tunn fog som tätades med kalkbruk. Stenen hade den naturliga klovytan på undersidan och tjockleken varierade.

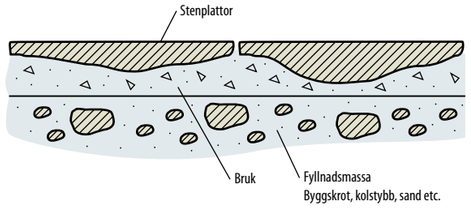


Fig 1.43 Golv i bruk på underlag av grus och sten. Plattornas tjocklek varierande.

Under 1800-talet delvis i samband med en allt större import av utländska stensorter blev allt mer utarbetade geometriska och polykroma mönsterläggningar populära. Trapphusens bjälklag utfördes vanligen i form av tegel- eller betongvalv på stålbalkar och de fint tillsågade och i form och dimension alltmer varierade plattorna kom mer och mer att sättas i kalkcement- eller cementbruk. Plattjockleken standardiserades dock runt 30 mm och undersidan hade vanligtvis en sågad yta.

Fig 1.44 Mönsterlagt stengolv med olika sorters marmor och kalksten från sent 1800-tal.

Under 1900-talet gick utvecklingen mot allt tunnare stenplattor, vanligtvis i fallande längder. Det blev möjligt att lägga relativt tunna plattor (20-40 mm) i cementbruk på ett relativt tunt bjälklag, vilket minskade konstruktionshöjden markant.

När man sedan på 1960-talet lanserade stenplattor med kalibrerad, jämn tjocklek, som kunde läggas i fästmassa (”lim”) på plana underlag minskades konstruktionshöjden ytterligare och natursten ens användningsområden utökades ytterligare. Nu behövde man inte ta speciella hänsyn vid byggandet av stommen för att få plats för sten i t ex småhus. Det går numera att lägga sten även på träunderlag om man tar speciella hänsyn.

1.2.7 Balkonger

Balkongkonstruktioner med natursten byggdes från sent 1800-tal fram till slutet av den nyklassicistiska perioden ca 1930. Balkonger helt av natursten hör för det mesta 1800-talet till. En balkong helt igenom av natursten består vanligtvis av en balkongplatta med profilerad framkant, delvis inspänd i murverket och delvis buren av konsoler.

I och med utvecklingen av nya konstruktionsmaterial blev det allt vanligare med balkonger utförda av stål, betong och stuck, ofta i en stenimiterande gestaltning. I vissa fall gjordes stora ansträngningar för att dölja stålet t ex genom att balkongplattan utformades med ursparningar för det bärande stålet. Även indragna balkonger och balkonger med kort språng hade inslag av natursten, vilket var vanligt under den nyklassicistiska perioden under 1920-talet.

Balkongräcken utformades som balusterräcken eller som hela eller perforerade barriärer. Balusterräcken består av profilerad underliggare som brukar ha ett eller flera hålrum nere mot balkongplattan för vattenavrinning, ofta svarvade balusterdockor samt en profilerad överliggare. Över- och underliggarna är ibland huggna med stenlås eller sträckkramlade, eller både och. Balusterdockorna kan vara itappade eller, vilket är vanligare, fästade med dubb. Alternativt är de fästade genom uthuggna skåror i underkant som fyllts med smält bly.

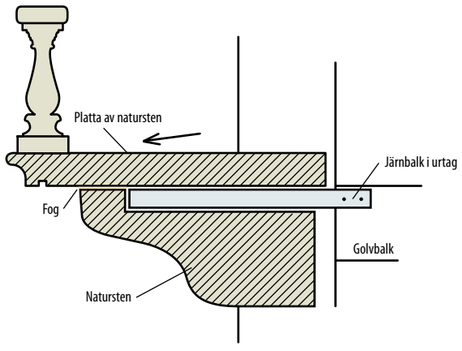


Fig 1.45 Balkongkonstruktion med natursten och järnbalk i urtag.

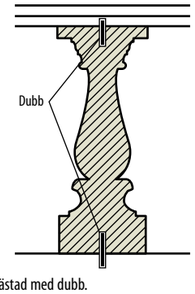


Fig 1.46 Balusterdocka fästad med dubb.

1.2.8 Portaler

Fig 1.47 Lilla Nygatan 5, Stockholm, portal i röd kalksten, byggd år 1640

Byggnadens portal och ingångsparti har alltid ägnats extra omsorg vid gestaltningen. Stenens uppgift var från början att klä in och överbrygga entréns muröppning. Portalerna blev med tiden allt mer utsmyckade och gav byggnaden och dess ägare en viss status. Inte minst statliga och kommunala förvaltningar och verk fick påkostade, skulpterade stenarbeten, ofta med motiv som anknöt till verksamheten.

Fig 1.48 Strandvägen 53, Stockholm, byggd år 1896. Ark John Laurentz. Svensk marmor

Fig 1.49 Hallwylska huset, Hamng 4, Stockholm, byggnadsår 1898. Ark I.G. Clason. Kvartsitisk Gävlesandsten i fasaden, sockel och portal av Vätögranit.

Fig 1.50 Sthlms Vattenverk, Torsgatan, Stockholm, byggnadsår 1906. Arkitekt Ferdinand Boberg och Gustaf de Frumerie. Röd sandsten

Till skulpterade delar användes vanligen kalksten och porös sandsten som det gick lätt att hugga i. Först kring sekelskiftet 1800/1900 började man få verktyg och teknik som behärskade den hårdare graniten.
Med det modernare formspråket från 1930 -talet och framåt har portalen fått en stramare utformning, men byggnadens ingång med portal spelar fortfarande en viktig roll för att ge status och för att välkomna besökaren. Stenen har kvar sin roll för att skapa en tålig och representativ entré.

Fig 1. 51 Thulehuset, Kungsträdgårdsg 14,Stockholm byggnadsår 1917. Ark Erik Lallerstedt skulptör Christian Eriksson. Röd Bohusgranit.

Fig 1.52 Ploggatan 4, Stockholm, byggnadsår 1930. Ark Bocander Cronwall. Sockel och portal av Vätögranit.

Fig 1.53 Gullmarsplan 2, Johanneshov, byggnadsår 1946. Arkitekt: Sture Frölén. Gotlandskalksten.

Fig 1. 54 Åsögatan 153, Stockholm, byggnadsår 1955. Arkitekt: Henrik Wåhlin. Gullmarsgnejs.

1.3 STENRESTAURERINGSPRINCIPER

Nedan följer en sammanfattning över de flesta stenrestaureringsmetoder som används och använts historiskt, samt en starkt förenklad beskrivning över de principer som motiverar(t) de olika metoderna. Vid lagning av arkitekturbunden natursten är det bra att vara medveten om att restaureringskonsten är ett omdebatterat ämnesfält och att de principer som varit vägledande skiljer sig över tid, beroende på den bevarandeideologiska utvecklingen, men också ibland mellan de olika professioner som arbetar med vården av natursten i byggnader. Det finns med andra ord inga givna metoder och ingen objektiv restaurering, men det är alltid nödvändigt att redovisa skälen för de val som görs. Inom begreppet restaurering ryms allt från ombyggnader av historiska byggnader till begränsade konserveringsinsatser. Natursten har en särställning inom restaureringskonsten. Länge bytte man ut försliten sten mot nyhuggen med samma självklarhet som vi ännu byter rötskadat sylltimmer i ett timmerhus och river ner bom puts för att putsa om fasaden med ny puts. Det har möjligen att göra med att arvet från antiken och Medelhavets högkulturer, i första hand förknippats med vördnadsbjudande stenmonument såsom pyramiderna i Egypten, de grekiska templen, och Roms vägar, akvedukter och teaterbyggnader m fl.

Restaureringsprinciper/-ideologier:

- Anastylosis
- Stilrestaurering
- Rekonstruktion
- Tillägg
- Konservering, lagning, byte

Faktaruta 1.55

Anastylosis

Anastylosis(grek: *ung. att resa upp vad som fallit*) innebär att man vid undersökning av ruiner och andra fornlämningar söker kartlägga fornlämningens ursprungliga gestaltning genom kartläggning av upphittade fragment. Dessa ses främst som historiska dokument som ska bevaras på plats och har därför främst tillämpning inom arkeologin och motsvarar ett rent musealt bevarande av föremål och varaktigt övergiven bebyggelse. Uttrycket härleds från det tidiga 1800-talet vaknande intresse för historisk forskning som ledde till att man nu strävade efter att t ex resa upp nedfallna antika kolonner och murverk för att få en riktigare bild av hur de sett ut från början. I vardagligare sammanhang kan det innebära att man sparar och återmonterar nedfallna fasadelement av sten.

Stilrestaurering

Stilrestaurering innebär att man vid restaureringen av byggnadsverk eftersträvar stilenhetlighet, d v s att man försöker återföra monumentet till dess ursprungligen avsedda stil, vilket föranledde de ansvariga att avlägsna alla tillägg och förändringar som skett över tid, och ersättandet av dessa med nya utförda i den för monumentet valda stilen. Domkyrkoarkitekten och överintendenten Helgo Zetterwall var den dominerande svenska representanten för denna sedermera hårt kritiserade linje. Vid restaureringen av Lunds domkyrka avlägsnades alla icke romanska element och ersattes av nya med förebilder i romansk katedralarkitektur. Vid restaureringarna av domkyrkorna i Skara och Uppsala tillämpades istället stilelement från fransk katedralgotik, och det var den sistnämnda

ombyggnaden som provocerade fram en reaktion. Det berodde säkert också på att Zetterwall gärna använde sig av de nya material som nu stod till buds, såsom gjutjärn och betong. Det var vid den här tiden som begreppet ”äkta material” föddes.

Rekonstruktion

Rekonstruktion att återuppbygga förstörda byggnader eller byggnadsdelar tillhör det mer kontroversiella inom kulturmiljövården, då det kan uppfattas som att man ”suddar och skriver om” byggnadens historia. Ändå rekonstrueras ibland byggnader. Då brukar skälen vara starkt emotionella eller t o m politiska men strävan att lära sig av äldre teknik är också ett mer vetenskapligt motiv för rekonstruktioner, framförallt brukat inom *byggnadsvården*. Rekonstruktioner kan antingen utföras med nutida material och teknik, eller också kan man försöka kopiera det förmodade äldre utförandet. Det är viktigt att komma ihåg att alla rekonstruktioner är tolkningar, varför deras källvärde i nästa led är begränsade.

Tillägg

Tillägg kan antingen utföras för att smälta in i byggnadens helhetsgestaltning eller ges en avvikande form. I den s k kritiska eller vetenskapliga restaureringen har man stor respekt för originalmaterialet, och tillägg och lakuner(skadade/bortfallna ytor mellan originaldelar) ges antingen en neutral eller starkt avvikande samtida gestaltning.

Stenkonservering, lagning, stenbyte

Stenkonservering kan grovt indelas i **hydrofobering** (fuktinträngningsskydd), **konsolidering** (skyddsimpregnering), **behuggning** och **upplagning** (återställande upplagning/stenbyte). Experiment med olika hydrofoberingsmetoder har förekommit under snart hundra år, ofta involverande olika oljor med hartsinblandning, med syfte att förhindra utvändig fuktinträngning och därmed minska risken för frostsprängning. Tidigare än så var naturstenen oftast målad med oljefärg, både för att få en jämnare kulör men också som skydd. Man var väl medveten om att den sten som oftast brukades, den lättskulpterade sandstenen och lättbrutna kalkstenen, var vittringsbenägen och mycket känslig för frostsprängning. Sedan decennier har kiselsyraester använts som konsolidering av sandsten för att hejda sandning och avbladning. Behuggning av skadade partier är en mekanisk metod att hejda nedbrytningen genom att avlägsna uppkomna skador som kan leda till nya. Upplagning av skadade partier är i första hand ett sätt att återställa den skulpterade stenens form och kan liknas vid den historiska konserveringens huvuduppgift: Att med större eller mindre skicklighet återställa skadade konstföremåls förmodade ursprungsform. Inom stenkonservering använts olika stenlagningsbruk, i regel cementblandningar med akrylatdispersion, till vilket en ballast av den imiterade stenen tillsätts. Alternativet till stenlagningsbruk är byte av sten mot nyhuggen.

Alla dessa metoder är omdiskuterade i fackkretsar. Dels har produkterna använts under för kort tid för att deras långsiktiga verkan ska kunna utvärderas, dessutom presenteras hela tiden nya stenlagnings- och konsolideringsprodukter. Konservatorsprofessionen tycks dock vara på framsmarsch i Sverige. Tendensen att se naturstensarbeten som dekorativa museiobjekt snarare än som delar av byggnadskonstruktioner tycks ha tilltagit under de senaste decennierna. Ur bevarandeideologisk synvinkel kan stenkonserveringsyrket också ses som ett uttryck för kulturmiljövårdens professionalisering under 1900-talets sista decennier.

1.3.1 Historicism och stilrestaureringar

Som företeelse utgör byggnadsvården ett uttryck för romantikens intresse för historia. Sedan historieforskningen kommit igång på 1800-talet definierades dels de historiska epokerna, dels formulerades också de stilhistoriska konstepokerna i det nya ämnet konsthistoria. De historiska stilarterna blev århundradet igenom förebildliga för nytt skapande, framförallt inom arkitekturen.

Under decennier hade antiken varit förebilden, men nu blev även medeltidsstilarna romaniken och gotiken förebilder i synnerhet på sakrala projekt. För profan arkitektur blev i stället den italienska renässansen århundradets främsta inspirationskälla. Samtidigt som de historiska stilarna tillämpades på nya byggnadsuppgifter ställdes det krav på att de gamla historiska monumenten, främst kyrkorna, skulle restaureras tillbaka till sina ursprungligt tilltänkta stilar, med borttagande av senare tiders tillägg och ändringar. Kravet på stilenhetlighet formulerades främst av den franske arkitekten Viollet-le-Duc. Denne, som främst verkade vid restaureringarna av de franska gotiska katedralerna, fick en mäktig svensk förespråkare i arkitekten Helgo Zettervall.

I egenskap av domkyrkoarkitekt i Lund och sedermera överintendent fick han ett dominerande inflytande på såväl nybyggandet av kyrkor, som restaureringarna av landets gamla domkyrkor, som i stor utsträckning ombyggdes genomgripande.

Zettervalls ideal var den franska höggotiken, som kom att prägla många av hans restaureringsobjekt och nybyggda kyrkor. I Zetterwalls genombrottsverk som restaureringsarkitekt, Lunds domkyrka, tillämpades dock den romanska stilen, då det var katedralens ursprungsstil. I konsekvens med sina principer nyttjade Zetterwall ofta sin tids moderna material och metoder, då det var stilenhetligheten och inte materialäktheten som han eftersträvade.

Stilrestaureringens princip tog sitt uttryck i *rekonstruktionen* som metod. Ofta utfördes tillägg, som tidigare aldrig funnits, i samma stil som monumentets, för att öka stilenhetligheten

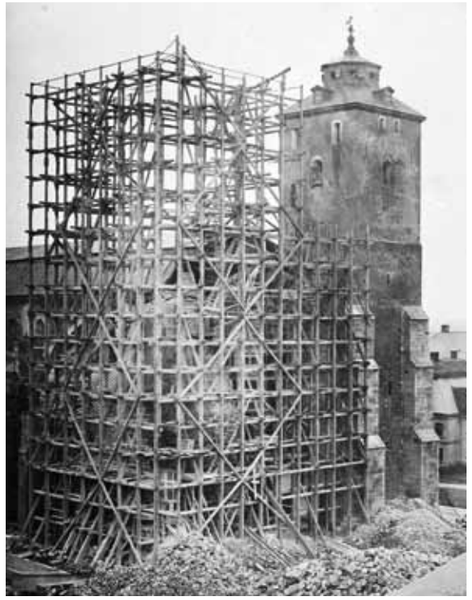


Fig 1.56 I början av 1860-talet påbörjade Helgo Zettervall restaureringen av Lunds domkyrka och lät bland annat riva tornen. Nu skulle kyrkan alltigenom återställas i ursprunglig romansk stil.

1.3.2 Ruinromantik

I England väckte John Ruskins opinion mot stilrestaureringarna. Ruskin hade en reservationslös respekt för de medeltida byggnaderna med alla tillägg och skavanker. En byggnad skulle i första hand underhållas så att det oundvikliga förfallet fördröjdes, men inte räddas till vilket pris som helst. Hellre en genuin ruin än en restaurerad byggnad. Ruskin tillämpar 1800-talets andra restaureringsprincip, *ruinromantiken*. I den ses patinan som det historiska monumentets främsta kvalitet. Tråden togs upp av företrädarna för Arts and Craftsrörelsen, som menade att det var bättre att bygga en ny kyrka än att utvidga den gamla.

Rörelsen uppstod som en reaktion mot de sociala och kulturella följderna av industrialismen, och fick stort inflytande också på svenskt kulturliv och för 1900-talets svenska restaureringsideologi. Det var anhängarna av denna ideologi som framförde begreppet äkta material, i motsats till industrialismens och stilrestaureringens många materialimitationer. Som en konsekvens av detta vurmade man också för hantverket och hantverkaren. Romantikens restaureringsmetod är *konsolidering/konservering*. Förfallet ses som oundvikligt och det enda man kan/får göra är att med olika metoder söka hejda den naturliga nedbrytningsprocessen.

1.3.3 Restaureringsdebatt sekelskiftet 1800-1900

Reaktionerna på restaureringen av Uppsala domkyrka och Gripsholms slott blev milstolpar i svensk restaureringsideologi. Uppsaladomen, som skadades illa vid stadsbranden 1702, hade reparerats i etapper och försetts med nya tornhuvar av Carl Hårleman. 1873 beslutades om ”kyrkans fullständiga restauration”, huvudsakligen på estetisk och historisk grund. Den medeltida kröningskyrkan, skulle återställas och rensas från 1600- och 1700-talens tillägg. Helgo Zettervalls förslag visar en gotisk katedral i konstruktion, vertikalitet och rikedom på detaljer.

Fig 1.57 Inre borggården på Gripsholms slott omkring 1870. En våning hade rivits i början av 1700-talet. De putsade fasaderna är sedan 1800-talets början målade i tegeldekor.

Fig 1.58 Gripsholms slott från sekelskiftet 1900, efter Fredrik Lilljekvist restaurering. Längorna har byggts på med ett våningsplan. Fasaden har fått en ljus puts med dekor kring fönstren och under takfoten. Den grova putsrustiken har kopierats efter Kung Jans port på Uppsala slott.

Fredrik Lilljekvist förslag till restaureringen av Gripsholms slott åren 1888-1891 visar ett tydligt avsteg från Zettervalls restaureringsprinciper. Slottets yttre skulle inte återställas till ursprungligt skick utan sådant det var i det sena 1500-talet då Vasakungarnas ombyggnadsarbeten avslutades. Planerna reviderades emellertid kontinuerligt i takt med den aktuella restaureringsdebatten. Restaureringen av Gripsholm visar stora överensstämmelser med den samtida svenska arkitekturen, som under 1880-talet.

1893, samma år som Uppsala domkyrka stod klar i Zetterwalls gestaltning publicerade Verner von Heidenstam sin polemiska skrift *Modern barbarism* som bland annat kritiserade stilrestaureringen av Uppsaladomen och Zettervalls användning av betong samt den anakronistiska precisionen i hantverket. Von Heidenstam menade också att restaureringen av Gripsholm tog bort känslan av historiens gång. Skriften visar att han uppenbarligen stod under Ruskins inflytande. Den livaktiga debatten kring sekelskiftet speglade de nationalromantiska ideal, som nu slog igenom inte minst bland radikala arkitekter. Vid denna tid inträdde Sigurd Curman på scenen.

Fig 1.59 Åren 1965-67 gjordes en byggnadarkeologisk restaurering av Gripsholms slott. I sin nit att avlägsna Lilljekvist historicism knackade man ner även 1500-talsputsen. Borggården fick ett utseende den aldrig tidigare haft.

1.3.4 1900-talets principer

Sigurd Curman (1879-1966) som utbildats i kulturminnesvård i Italien, Frankrike och Tyskland, formulerade och sammanfattade det tidiga 1900-talets nya strömningar inom restaureringsideologin och visade också på metoder i det praktiska genomförandet. I sin roll som restaureringsarkitekt, ämbetsman och riksantikvarie fick Curman ett dominerande inflytande över 1900-talets svenska restaureringskonst. Enligt Curman var syftet med en restaurering att *"sätta ett monument i stånd"* att själv så äkta och så vackert som möjligt berätta sin historia och visa sina skatter, på samma gång som man, då det gällde *"lefvande" byggnader anpassa dem efter den nya tidens nya kraf."* Frågan var hur detta skulle göras. Vad gällde de "döda" minnesmärkena var det alltid olyckligt att utifrån en ruin rekonstruera en byggnad så som den möjligen kan ha sett ut. Den felaktiga rekonstruktionen blir missledande. Curman gav exempel på hur man däremot kunde ge nödvändigt stöd och komplettera genom tydliga tillägg som inte försöker att efterbilda originalet. Byggnaden var ett historiskt dokument och de historiska tidslagren skulle vara urskiljbara. Tilläggen skulle kommunicera med byggnadens historiska sammanhang. Curmans s k kritiska eller vetenskapliga restaureringar innebar därmed att man eftersträvade att ge tillägg en **neutral eller avvikande utformning**, så att man tydligt kunde urskilja tillägg och lagningar från originalpartier. I praktiken visar dock redan Curmans första och viktigaste arbete, restaureringen av Vreta klosters kyrka, att ingreppen blev stora och att även han valde ut ett tidslager, medeltiden som var viktigare än de senare. Han dömde ut ett föreliggande restaureringsförslag för att det inte byggde på antikvarisk grund.

1.3.5 Restaureringar under modernismen

Under större delen av 1900-talet har kulturminnesvården favoriserat den förindustriella byggnadskonsten vid restaureringar medan 1800-talet sågs som en tid av osjälvständig och konstnärligt mindervärdig stilkopiering. Under funktionalismen tillspetsades denna motvilja mot 1800-talet. En stor del av 1900-talets restaureringar har gått ut på att utplåna spåren av 1800-talets restaureringsinsatser i äldre kyrkor, men också att tona ner de tidstypiska stildragen hos 1800-talets historiserande nystilsarkitektur. Under efterkrigstiden dominerade arkitekten och historikern Erik Lundberg (1895-1969) restaureringskonsten. Denne hade haft Sigurd Curman som lärare och menade att funktionalismen var en utveckling från den äldre byggnadskonsten och traditionen, och att det var viktigt att se den historiska kontinuiteten. I polemik mot en övertro på nya material och metoder hävdade Lundberg nödvändigheten av att *"tänka konsekvent i sådana material och i sådan arbetsteknik som hör samman med äldre byggnader."* Många av Lundbergs tidiga kyrkorestaureringar visar en stark påverkan av Curman, men han kom efter hand att bli allt friare i sin gestaltning av kyrkorummet.

Enligt Lundberg betydde restaurera återställande till funktionsduglighet. Lundberg var i hög grad modernist, om sådan ansåg han att alla tillägg måste gestaltas i sin tids stil, vilket för honom var liktydigt med modernistiska stiluttryck, dock oftast ytterst personligt och egensinnigt gestaltade. Lundbergs restaureringar präglas av tidens nedvärdering av, för att inte säga avsky mot, 1800-talets arkitektur och stilrestaureringar vilka i stor utsträckning utplånades. Lundbergs betonande av äldre teknik följdes dock inte alltid upp under epoken. Som en naturlig konsekvens av modernismens tekniska optimism och funktionsinriktade restaureringsbegrepp väjde man inte för att använda **nya och oprövade material** inom restaureringarna. Det skulle få stora konsekvenser inom monumentvården, då man vid lågkonjukturerna som sysselsättningsåtgärd ofta rustade upp landets gamla riksmonument, inte sällan med material och metoder som över tid visat sig leda till mer skada än nytta.

1.3.6 Restaureringsideologier 1975 till nutid

Under 1970-talet skedde en motreaktion mot modernismen samtidigt som industrisamhället var på väg mot sin slutpunkt. Efterkrigstidens snabba samhällsomvandling med inflyttning till städerna/avfolkning av landsbygden, liksom de genomgripande stadsomvandlingarna och en begynnande medvetenhet om den pågående miljöförstöring som industrialiseringen skapat, ledde till en känsla av rotlöshet hos många, vilket bl a skapade ett nytt intresse för lokal samt regional historia och det nya intresseområdet byggnadsvård. En central gestalt för de nya synsätt som växte fram är arkitekten och Lundbergeleven Ove Hidemark.

År 1967 inlöste staten Sveriges största privatägda slott Skokloster i Mälaren och Hidemark fick uppdraget att komma tillrätta med en lång tids eftersatt underhåll. Under fleråriga restaureringsinsatser utvecklade han ett förhållningssätt som byggde på att man försökte lära så mycket som möjligt av ursprunglig byggnadsteknik. Då kunskapen om äldre byggnadsteknik, material och hantverk till stor del gått förlorad under århundradets snabba byggnadstekniska utveckling har Hidemark och hans generation i stor utveckling strävat efter att återvinna förlorad kunskap. Genom en rad stora restaureringsuppdrag, främst återuppbyggnaden av den svårt brandskadade Katarina kyrka i Stockholm har **rekonstruktionen** som metod åter brukats. Ett viktigt motiv för användandet av äldre tiders material och metoder är teknisk försiktighet. Åtgärder skall kunna upprepas utan att göra skada på objektet. Kunskap om äldre hantverksmetoder i allt från stenhuggning, bilning av timmer till framställning och användningen av kalkbruk har i sig ett kulturhistoriskt värde, inte minst nödvändigt för ett långsiktigt bevarande. Sedan 1990-talet har en rad rekonstruktioner också genomförts. På Vadstena slott har två äldre hörntorn och en försvarsvall nyuppförts, vilka varit borta i århundraden, och på landeriet Gunnebo slott i Mölndal har en rad nedbrunna hus återuppförts samtidigt som helt nya byggnader byggts som aldrig funnits där tidigare. Detta sätt att sudda och skriva om monumentens historia är naturligen kontroversiella och omdiskuterade. Restaureringskonsten har återigen många överensstämmelser med de samtida arkitekturidealen, som under 1980- och 1990-talets postmodernism gärna hämtade inspiration från äldre epokers arkitektur. Idag råder en utpräglad pluralism av förhållningssätt och alla restaureringsmetoder tycks förekomma parallellt, samtidigt som diskussionerna i fackkretsar är skarpa, med viss likhet för hur situationen var för ett århundrade sedan.

Det finns med andra ord inga givna metoder och ingen objektiv restaurering, utan det är alltid nödvändigt att redovisa skälen för de val som görs.

1.4 ÄLDRE RESTAURERINGSMETODER

Begynnelsen för den antika stenbyggnadstekniken, som vi känner den i dag, brukar sammankopplas med uppförandet av Kung Djosers gravkomplex, dvs trappstegspyramiden i Sakkara söder om Kairo. Hela komplexet är daterat till runt år 2750 f kr. Redan här och i den angränsande "böjda pyramiden" kan vi se de första restaureringsmetoderna i form av än idag intakta ilusningar d v s lagningar utförda med infälld, ny sten. Även äldre egyptiska skriftliga källor berättar om denna restaureringsmetod, som använts under närmare 5000 år och fortfarande måste vara det vi refererar till i första hand när vi pratar om traditionella restaureringsmaterial och metoder.

I Plinius d ä (23-79 e Kr) bok "Historia Naturalis" finner vi de tidigast dokumenterade anvisningarna om hur man skyddar och konserverar sten. Sedan dess har åskilligt skrivits om detta tema.

Tidigt insåg man att vatten har negativ inverkan på stenmaterialen. Därför försökte man på olika sätt hålla vattnet borta från objekt i utomhusmiljö. På 1800-talet började man leta efter produkter som utestänger vatten utan att skapa skikt på ytan, det vill säga impregnering. Emellertid var dessa portätande och skapade följaktligen med tiden skador i ytskiktet. På 1900-talet kom det moderna synsättet, att man genom en behandling inte skall ändra stenens permeabilitet (genomsläpplighet). Impregneringen måste släppa igenom vattenånga, stenen ska kunna "andas".

Vid restaurering brukar man generellt rekommendera användning av beprövade metoder och material, men principen undantar sådana metoder och material som visat sig vara skadliga för objektet, eller som är förbjudna av miljö- eller hälsoskäl, vilket är bra att känna till.

Fig 1.60 Ilusning i relief av kalksten från Hatshepsuts tempel 1400-talet f Kr

1.4.1 Skyddsbehandling

Vax

Bivax användes på marmor redan under antiken. Ibland även i dekorativt syfte, pigmenterat i olika kulörer. En matt yta kan poleras blank. Vaxet har en svagt gulaktig kulör som mörknar med tiden. Dess smältpunkt är låg, varför behandlad sten lätt smutsas. Fungerar främst på täta stensorter som marmor och kalksten där strukturell fukttransport ej förekommer. Vaxet ger ett heltäckande ytskikt som täpper till porerna på porösa stensorter.

Linolja

Linolja har länge varit tillgängligt och lättanvänt. Den har använts som impregneringsmedel i olika perioder. Linoljan tränger in i porösare stensorters ytporer, täpper till dem och begränsar fukttransport. Den åldras snabbt i utemiljö. Behandlad sten ändrar utseende och karaktär. Linoljan är svår att avlägsna då det krävs kraftigt alkaliska lösningar. Tvättförsök resulterar ofta i brunfärgningar och saltbildning vid felaktig behandling.

Tran och andra fetter/oljor har använts på liknande vis som linolja.

Målning

Byggnads- och skulptural sten har ofta bemålats, dels för att anpassa de arkitektoniska delarna till en helhet, dels med dekorativt syfte, men även för att ge den nya stenen ett skydd mot väder och vind. Från 1300-talet fram till 1900-talet har främst oljetempera på kritgrundering och linoljefärg på grundering med linolje-spackel eller -indränkning förekommit. Även kalkfärger har använts. I mitten av 1900-talet blev olika plastfärger populära i försök att få en mer beständig färg på stenytorna och slippa underhåll, vilket emellertid visade sig vara felaktigt. Se 4.6.4 Skyddsbehandling, *Målning*.

Kalkvatten

Tillsätts så mycket vatten vid släckning av kalk, att all kalciumhydroxid löses, kallas lösningen kalkvatten.

För att konsolidera en vittrad sten indränks den med kalkvatten så djupt som möjligt, varefter den får torka. När lösningen torkar bildas kalciumkarbonat med hjälp av den koldioxid som finns i luften. Eftersom lösbarheten av kalciumhydroxid i vatten är mycket låg, är även mängden av den erhållna slutprodukten liten. Av denna anledning upprepas behandlingen vått-till-torrt i ett stort antal cykler (c:a 50–100 gånger).

Porösa material erhåller förstärkningen främst i ytskiktet, inte jämnt fördelat i hela strukturen.

Metoden anses vara ineffektiv, men användes sporadiskt på vittrade kalkbundna stenar, ibland även tegel.

Skyddsbehandlingar som inte används längre

Historiskt har en mängd olika skyddsbehandlingar använts på natursten med varierande resultat. Bland dessa kan nämnas:

Naturhartser
Bariumvatten
Vattenglas
Fluater
Akrylater
Härdplaster

1.4.2 Reparation och konsolidering

Reparation är den gängse äldre beteckningen för lagning av sten. Metoder för lagning av sten har i princip funnits lika länge som stenhuggningskonsten. Redan vid nytillverkningen kunde något gå fel och man var tvungen att göra en infällning/lagning i den nya stenen.

Mekanisk bearbetning

Vittrad eller på annat sätt skadad sten höggs vanligen bort, ner till friskt material, så kallad renhuggning eller ytbehuggning. *Se 4.2.1 Rengöring. Mekaniska metoder* och *4.5.2 Lagning och stenhuggning. Mekanisk bearbetning*.

Infällning av sten

Ilusning (infällning med ny stenbit) och helt eller delvis byte av sten är en urgammal metod. Se 5.5 Lagning och stenbyte. Stenbyte. I vissa fall har fastsättning av ny och renoverad sten skett med alltför starka material, t ex cementbruk, alltför ymnigt använda tvåkomponentslim och felaktigt dimensionerad dubb.

Lagningsbruk

Lagningsbruk för sten har funnits i en mängd variationer. Oftast blandade man till en massa som sedan målades i lämplig kulör på ytan. Eller också fyllde man skadan med bruk och tryckte i några lämpliga stenar/ballast i ytan, en enklare variant av imitation. Bindemedlet har ofta varit kalk eller cement.

Kalkbruk

Bruk med kalk som bindemedel användes inte bara för att montera och foga sten, utan även till lagning.

Lagningar i kalkbruk imiterar sällan originalstenen väl. Det är svårt att få bruket att fästa vid stenen och det är svårt att få lagningen hållbar. Vanligtvis släpper den från den lagade ytan förr eller senare.

Cementbruk

Cement, (av lat. caementum, ”stenmassa”), bindemedel i betong. Cementbruk har i drygt hundra år varit ett universalmedel för lagning av sten. Lagningarna har i många fall efterliknat originalstenen väl. I allmänhet har lagningarna gjorts mycket hårdare och tätare än denna, vilket har resulterat i skador i den mjukare stenen. Cement innehåller också vattenlösliga salter som kan sprida sig in i angränsande sten och förorsaka skador. Under stora och kompakta cementlagningar kan regnvatten samlas och kvarhållas under mycket lång tid. Många års erfarenhet och vetenskapliga undersökningar har lärt oss att vi ska anpassa det färdiga lagningsbrukets egenskaper till den lagade stenens. *Se 3.1.3 Skador och nedbrytning. Fysikalisk nedbrytning och 4.5.1 Lagning och stenbyte. Lagning med lagningsbruk*

Polyester

Polyesterharts med iblandning av fyllnadsmedel har använts vid lagning av främst täta stensorter. För att den färdiga lagningen optiskt ska likna stenen måste stenmjöl och pigment iblandas. Det är dock svårt att få plasten att genomhärda när stora mängder tillsätts. Polyesterlagningar fungerar dåligt på täta stenar utomhus, små djupa lagningar undantaget. Polyestermassa är direkt olämplig på porösa stensorter, då den är för tät.

Epoxi

Epoxihartserna har liknande egenskaper som polyestrarna. De användes främst på täta stensorter. Ljusbeständigheten är dålig, epoxi gulnar med tiden. För arbete med epoxi krävs särskild utbildning och skyddsutrustning eftersom det är höggradigt allergiframkallande och skadligt för hälsan. Epoxilagningar användes i begränsad omfattning på 1970- och 80-talen.

Reparationsmaterial som inte används längre

Många olika metoder och material att laga sten har använts genom åren. Egenskaperna har varierat och en del har visat sig vara mindre lämpliga på sikt. Bland material som inte längre används kan nämnas:

Naturhartser

Natursharts er användes som bindemedel i lagningsmassor med olika fyllmedel och färgpigment.

Gips

Gips användes som lagningsmassa

Deckosit

Deckosit var en patenterad lagningsmassa.

Svavel

Svavel har använts för att fästa metalldelar i sten och även som lagningsmedel främst för att fylla sprickor.

Vattenglas

Vattenglas har använts som bindemedel i lagningsmassor. Det tillverkades även konststen baserad på vattenglas och cement, förvillande lik sandsten.

Kasein

Fig 1.61 Skulptur, Riddarhusets tak, södra sidan, av gotländsk sandsten. Behandlad med kasein första halvan av 1900-talet. Det behandlade ytskiktet krackelerar och spjälkas.

2 RESTAURERINGSPROJEKTETS GÅNG

2.1 RESTAURERINGENS FÖRUTSÄTTNINGAR

Det är många faktorer som påverkar en restaurering. Analysen av dessa faktorer ligger till grund för ställningstagandet som fastställs i åtgärdsprogrammet. Processen är densamma för alla objekt, oavsett storlek, ålder eller funktion. ”Varje bebyggelsevårdande situation är unik, med många samspelande faktorer och förutsättningar. Den kräver sin egen speciella kunskapsbyggnad med analyser, bedömningar och ställningstaganden som måste tydliggöras, motiveras och dokumenteras.” (Citat ur Fem pelare - en vägledning för god byggnadsvård, utgiven av Riksantikvarieämbetet.)

2.1.1 Internationella riktlinjer

De diskussioner om förhållningssätt som pågått under 1900-talet kan möjligen sammanfattas i några få meningar. Först och främst har engagemanget för det byggda kulturarvet flyttats upp till en internationell nivå. Statsövergripande organisationer arrangerar möten för att diskutera och formulera principer och riktlinjer för restaurering. En vilja att respektera en byggnads alla tidsskikt och ge den möjlighet att berätta sin historia kan uttydas i de dokument som formulerats. En aspekt att ta hänsyn till är autenticitet, både i material och teknik. Vad som betraktas som skyddsvärt är inte längre enstaka påkostade monument utan även enklare byggnader lika väl som hela miljöer. Även lagstiftningen har utvecklats under den här tiden. Ett antal dokument i form av konventioner och deklarationer har formulerats varav Sverige undertecknat och förbundit sig att följa ett, Granadadokumentet. Övriga kan betraktas som rekommendationer. De viktigaste dokumenten är:

Atendokumentet (1931) är det första internationelle försöket att uttrycka en gemensam hållning i restaureringsfrågor. Det framhålls att; verket bör respekteras i sin helhet utan att framhålla någon stil, underhåll är att föredra framför ombyggnad, nya material och tillägg ska vara urskiljbara, en viktigt del av arbetet är en initial undersökning och dokumentation.

Venedigdokumentet (1964) som är det kanske mest kända och citerade dokumentet fördjupar/utvecklar tankarna från Atendokumentet. Syftet med konservering och restaurering formuleras som att bevara såväl konstverket som den historiska vittnesbörden. Även oansenliga verk uppmärksammas.

Det Europeiska byggnadsvårdsåret och Amsterdamdeklarationen (1975). En mer helhetsbetonad kulturvård förespråkas, deltagarländerna uppmanas att utveckla lagstiftning, stödformer och förenklade byggregler för bevarande och restaurering. Urvalet av bevarandevärda byggnader och miljöer önskar man breddat än mer. En nyhet är att traditionella hantverk uppmärksammas.

Granadakonventionen (1985) är ännu en fördjupning/utveckling av tidigare dokument. Trädde i kraft i Sverige1991 och är en förbindelse att genomföra lagstiftning och en rad stödåtgärder för att bevara, skydda och vårda det byggda kulturarvet

Naradokumentet (1994) behandlar problematik om autenticitet som urvalskriterium för världsarvslistan. Autenticiteten betonas som en av de viktigaste värderingsgrunderna när man bedömer kulturarv, men det kan betyda olika saker i skilda kulturer och skilda tider.

Venedigdokumentet

Venedigdokumentet, Venice Charter, tillkom på initiativ av UNESCO vid en internationell bevarandekongress den 25-31 maj 1964 i Venedig. Vid samma möte bildades ICOMOS (Internationel Council of Monuments and Sites). Dokumentet handlade om fysisk miljö av kulturhistoriskt värde. Dess tillkomst betingades i hög grad utifrån erfarenheter av det genom andra världskriget förödda och till stor del alltför snabbt och oreflekterat återuppbyggda Europa. Bevarandeambitionerna hade under efterkrigstiden nästan helt fått vika för ett modernt rationellt synsätt på återuppbyggnad. Det fanns dessutom ett mycket lågt intresse för den äldre bebyggelsen.
Denna europeiska bakgrund medförde att Venedigdokumentet fick en tydlig västerländsk/europeisk betoning, vilket har visat sig behöva förändras och vidgas. Den ökade globaliseringen har givit en ny insikt om de immateriella icke-fysiska kulturvärdenas betydelse. Dessa kan vara knutna till ett viss historiskt förhållande, en kulturhistorisk miljö, byggnad eller stad - men också andra företeelser som t.ex. en handelsväg. Vid ett möte i Budapest och Pécs arrangerat av den ungerska ICOMOS-kommittén i maj 2004 diskuterades Venice charter utifrån just de förändringar och utmaningar som byggnadsvården ställs inför under kommande år.

Faktaruta 2.1

Svensk praxis

Vad gäller tolkning och tillämpning av restaureringens principer kan förenklat sägas att i större delen av Europa, särkilt i södra Europa, har man tydligare tillämpat idén med det sentida tilläggets avvikande form och karaktär, medan man i norra Europa och särskilt i Sverige tillämpat idén om det återhållsamma diskreta tillägget – närmast osynligt, dock dokumenterat. Detta gäller vid t.ex. byte av sten. Det hindrar inte arkitekten från möjligheten att göra moderna tillägg i äldre byggnader, vilka dock alltid görs reversibla.

I Sverige har man dessutom under det senaste halvseklet utvecklat ett återhållsamt förhållningssätt med uttalad respekt för det historiska minnesmärkets autencitet. Detta gäller också i det tidiga 2000-talet. Man accepterar slitage och patina och anser ofta att det inte är nödvändigt att göra något utöver att stoppa ett fortsatt förfall.

Det finns nu också ett ökat motstånd vad gäller att förändra eller avlägsna föregående generationers åtgärder och tillägg. Detta hör delvis samman med en ökad värdering av byggnaderna som dokument, vilket inbegriper även tidigare restaureringar.

2.1.2 Byggnadens dokumentationsvärde

I takt med samhällsutvecklingen har villkoren för byggnadsrestaureringar kraftigt förändrats. Förutom utökat lagligt skydd för såväl byggnader som miljöer har även motiven för bevarandet undergått en förändring. Längre tillbaks i tiden restaurerades byggnader som ansågs ha högt konstnärligt, religiöst eller arkitektoniskt värde. I dag är det flera aspekter av en byggnad som tilldrar sig vårt intresse. Den förändrade synen på bevarande är en återspegling av den förändrade historiesynen. Den begränsas inte längre till den världsliga och kyrkliga makten, utan omfattar även folkets och arbetets historia som den kommer till uttryck i bostadsområden, industribyggnader, biografer och skolor, för att ta några exempel. Byggnaderna är krönikor över samhällsutvecklingen och allt fler yrkesgrupper har följaktligen byggnader som studieobjekt. Byggnadsarkeologen undersöker och tolkar de många kulturlagren precis som hans grävande kollega. Byggnadshistorikern eller antikvarien kan beskriva det för en viss tid typiska eller atypiska sättet att konstruera, bearbeta och sammanfoga. Stenhuggarmästaren bidrar med sina kunskaper för att tolka och återge det tekniska byggnadsförloppet. Konservatorn avläser objektets tidigare vård och behandling, medan konsthistorikern tyder det ikonografiska kodspråket och sätter in byggnaden i sitt historiska sammanhang. Etnologen utvinner kunskap om folks vardagliga liv utifrån en byggnads läge, planlösning och utförande. Därtill tillkommer materialforskare, sociologer och historiker för att nämna ytterligare yrkesgrupper med intresse för gamla byggnader. Med insikten om byggnader som historiska dokument, och större möjlighet att utforska dem, har det blivit allt viktigare att man vid restaureringar inte oåterkalleligen utplånar informationsbärande spår, eller åtminstone dokumenterar dem före rivning eller ombyggnad.

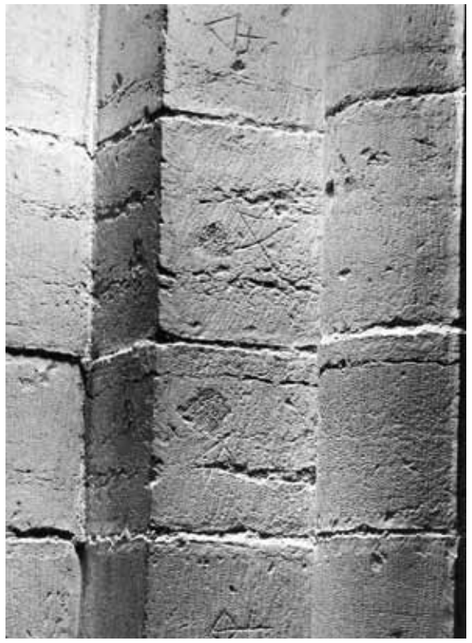


Fig 2.2 Historiska dokument är bärare av information. En över 700 år gammal tandhuggen kvadersten från Linköpings domkyrka bär vittnesbörd om den tidens nya bearbetningsteknik. Genom konserveringen bevaras originalmaterialet som källa till kunskap för dagens och morgondagens samhällen. En utbytt sten är också ett historiskt dokument, men den vittnar inte om objektets ursprungliga historia utan om dess restaureringshistoria.

Är det då aldrig rätt att byta en av tiden nött och förvanskad stenskulptur eller en list som förlorat sin ursprungliga form och skärpa? Enligt den mest restriktiva hållningen kan man hävda att det är fel. Verkligheten är dock ofta mer komplicerad, valet måste göras utifrån det enskilda fallet. Ställningstagandet skall vara underbyggt med kunskap och vara väl motiverat. Förutsättningen för en rekonstruktion är att det finns tillräckligt underlag för åtgärden i fråga.

2.1.3 Målsättning och motivering

VIKTIGT!
Kontakta stadsbyggnadskontoret eller motsvarande innan projekteringen påbörjas för att få uppgift om gällande lagar och ev skyddsklassning av byggnaden!

Kulturhistorisk värdering av en byggnad är avgörande för vad som bör bevaras och hur arbetet bör genomföras på detaljnivå. Värderingen görs utifrån en beskrivning och förståelse av byggnaden och dess värden. Riksantikvarieämbetet har under senare år bedrivit ett utvecklingsarbete för att ta fram ett system för kulturhistorisk värdering av bebyggelse. Resultatet av detta arbete är publicerat i Axel Unnerbäck, Kulturhistorisk värdering av bebyggelse (2002), som är ett bra verktyg för fastighetsägare, entreprenörer, arkitekter m.fl.

Riksantikvarieämbetet har dessutom tagit fram en vägledande publikation för byggnadsvård, Stig Robertsson, Fem pelare - en vägledning för god byggnadsvård (2003). Den som vänder sig till samma målgrupper. Här beskrivs ”de fem pelarna” för god byggnadsvård: kunskap, varsamhet, historia, material och teknik.

Hur går man då tillväga när det är aktuellt att åtgärda mindre skador på fasad eller invändigt? Ett vanligt tillvägagångssätt är att en byggnadsantikvarie tillsammans med husägaren ger förslag till åtgärder som sedan godkänns av den tillståndsgivande myndigheten som kan vara Riksantikvarieämbetet, Länsstyrelse eller Byggnadsnämnd. För den tekniska undersökningen och bedömningen av åtgärd och metod konsulteras en stenkonservator, stenkonsult, stenhuggare eller annan stenexpert.

För en mer omfattande åtgärd eller en restaurering fastställs ett åtgärdsprogram. Se 2.2 Projektets organisation. Programmet ska innehålla en analys, målsättning och fastställande av metod. Det viktigaste är dock att redovisa motiven för såväl målsättning som val av metod, vilket också innebär att man redovisar konsekvenserna av dessa. Denna praxis gäller alla objekt, såväl den unika äldre byggnaden som en skola, industribyggnad eller ett bostadshus från 1960-talets miljonprogram.

En väl underbyggd målsättning beaktar:

- tekniska krav
- funktion
- ekonomi
- tillgänglighet
- säkerhet
- kulturhistoriska faktorer
- autenticitet
- konstnärliga och hantverksmässiga värden
- tidigare restaureringar och objektets nedbrytningshistoria
- upplevelsevärden

Faktaruta 2.3

Byggnadernas lagskydd

Har byggnaden lagskydd som reglerar hur den ska vårdas och på vad sätt den inte får förändras? Länsmuseum, stadsmuseum, kommun (stadsbyggnadskontoret), länsstyrelse och Riksantikvarieämbetet kan ge besked om vilken typ av lagskydd en specifik byggnad har. De lagar som kommer i fråga är:
Plan- och bygglagen (PBL) som reglerar hur förändringar av kulturvärden i bebyggelse ska gå till. Generellt gäller enligt paragraf 3:10 att alla förändringar ska genomföras varsamt och med hänsyn till byggnadens kulturhistoriska, estetiska, konstnärliga, tekniska m.fl. förutsättningar. Paragraf 3:12 innehåller förbud mot förvanskning av kulturhistoriskt särskilt värdefulla byggnader. Paragraferna gäller även utanför detaljplanelagt område. I en detaljplan kan särskilde skyddsbestämmelser eller rivningsförbud utfärdas. De betecknas vanligen med litet q. Beteckningen stort Q används för att ange att en byggnad, fastighet eller ett område kan användas på olika sätt om verksamheten underordnas det kulturhistoriska värdet. Det är en form av kulturreservat.
Lag (1988:950) om kulturminnen m.m. (KML). 3kap KML skyddar enskilda byggnadsminnen. Ansökan om tillstånd till ändring skall prövas av länsstyrelsen i enlighet med byggnadsminnets skyddsföreskrifter. 4 kap KML gäller för kyrkliga kulturminnen.
Statliga byggnadsminnen skyddas av förordningen (1988:1229) om statliga byggnadsminnen mm. Tillstånd till ändring skall prövas av riksantikvarieämbetet i enlighet med skyddsföreskrifterna.
En byggnad kan även vara skyddad enligt Miljöbalken, MB, i natur- och kulturreservat.

Faktaruta 2.4

2.1.4 Lagstiftning för byggnadsskydd

Miljö- och arbetsmiljölagstiftning.
Metoder och material som bedöms som lämpligast för den kulturhistoriska kontinuiteten kan vara förbjudna eller förknippade med restriktioner för användande av miljöskäl. Det kan krävas särskilt tillstånd att använda dem.

Entreprenadjuridik, entreprenadtider och ekonomiska förutsättningar
Ett regelverk som är anpassad efter nybyggnation underlättar inte alltid vid restaureringsprojekt. Arbetskraft och byggnadsställningar drar stora kostnader vilket gör att arbetet skyndas på, till nackdel för bevarande av detaljer.

2.2 RESTAURERINGSPROJEKTETS ORGANISATION

2.2.1 Stenrestaureringens aktörer och deras roller

Restaureringsprojektets aktörer

- Antikvarisk kontrollant
- Arkitekt
- Besiktningsman
- Beställare/fastighetsägare
- Byggledare
- Byggnadsantikvarie
- Byggnadskonstruktör
- Projektledare
- Projekteringsledare
- Stenhantverkare
- Stenhuggare
- Stenkonservator
- Stenkonsult
- Stenleverantör
- Entreprenör/Stenentreprenör

Faktaruta 2.5

Vid stenrestaurering kan många aktörer vara engagerade. Hur många och vilka som kommer in i projektet beror på projektets omfattning och byggnadens art. Nedan listas några av de aktörer som kan vara med i projektet och deras huvudsakliga roller.

Antikvarien medverkar då byggnaden är kulturhistoriskt värdefull och har till uppgift att beskriva hur de föreslagna åtgärderna påverkar byggnadens kulturhistoriska värde. Antikvarien kan ha uppdraget att representera antikvariska myndigheter (Riksantikvarieämbetet, Länsstyrelsen, Länsmuseum) gentemot beställaren i antikvariska frågor. Antikvarien kan också anlitas i projekteringsskedet för att beskriva byggnadens kulturhistoriska värden.

Arkitekten är den person, som av en beställare givits i uppdrag att ansvara för nygestaltning av en byggnad eller förändringar (restaurering, renovering, förnyelse) av en äldre byggnad. Arkitekten ska se till att varje byggnadsdel respektive arbetsinsats samverkar till den helhet och det resultat som byggnadsprogrammet angivit och beställaren/brukaren förväntar sig.

Besiktningsmannen är knuten till det juridiska systemet som styr byggandet och som huvudsakligen regleras genom branschreglerna i AB. Besiktningsmannen är den som svarar för för-, slut-, efter- och garantibesiktningar och liknande.

Beställaren/fastighetsägaren har huvudansvaret för byggnaden och är den som beslutar om projektets omfattning och genomförande. När byggnaden är kulturhistoriskt värdefull gäller regler som i viss mån kan inskränka fastighetsägarens valmöjligheter. Beställaren anlitar de sakkunniga som behövs

för att genomföra projektet och beställer arbetet/entreprenaden. Vid arbeten av mindre omfattning kan beställaren göra upp direkt med entreprenören om arbetet.

Byggledaren ansvarar för projektets praktiska genomförande på plats. Han följer det löpande arbetet, fattar beslut vid ändringar i programmet och samordnar de olika yrkesgruppernas praktiska arbete.

Byggnadsantikvarisk kontrollant representerar beställaren i antikvariska frågor gentemot antikvariska myndigheter (Riksantikvarieämbetet, Länsstyrelsen, etc.). *Antikvarien* medverkar då byggnaden är av historiskt och kulturellt intresse och medverkar till att byggnadens karaktär inte förvanskas. Byggnadsantikvarien granskar/medverkar till den byggnadsantikvariska värdebeskrivningen.

Byggnadskonstruktören anlitas av beställaren vid projekt som innebär behov av konstruktionstekniska bedömningar och beräkningar. Konstruktören svarar för det byggnadstekniska och konstruktiva utförandet.

Projektledaren företräder beställaren (är ibland dennes ombud) för att leda och samordna projektet organisatoriskt och ekonomiskt. Han samordnar de olika delarna i projekteringen och är beställarens ombud vid kontakter med olika entreprenörer, myndigheter, etc.

Projekteringsledaren sköter och sammanställer projekteringen av projektets olika insatser. (Projektledaren och projekteringsledaren är ibland samma person)

Stenmontören reparerar, sätter om och säkrar sten i restaureringsprojekt. Stenmontören utför även ilusningar och monterar ny sten när stenbyte föreskrivits. Stenmontörens arbetsområde kan innefatta golv, trappor och fasader både inom- och utomhus.

Stenhuggaren formar sten och anlitas i restaureringsprojekt där stenbyte ska ske. Stenhuggare har materialkunskap och kunskap om äldre bearbetningsmetoder samt konstnärligt handlag. Det förekommer att stenhuggare behärskar och utför även stenmontörens traditionella arbetsuppgifter.

Stenkonservatorn projekterar samt utför konservering och restaurering. Konservatorn anlitas vid restaurering av kulturhistoriskt intressanta och/eller klassade byggnader samt i övrigt då det är viktigt att originalet bevaras så autentiskt som möjligt. Arbetet utförs ofta på detaljnivå för att minimera materialförlusten. Konservatorn arbetar antingen direkt på uppdrag av beställaren, alternativt som general- eller underentreprenör

Stenkonsulten anlitas av beställaren och är dennes sakkunnige avseende stenmaterial och montering. Stenkonsulten alternativt byggnadsantikvarien eller konservatorn (beroende på byggnadens art) ansvarar för projektering av restaureringar gällande sten.

Bäst slutresultat uppnås om de olika yrkesgrupperna samverkar tidigt i projekteringsfasen. Konsulten följer vanligen det löpande arbetet, fattar i samråd med övriga beslut vid ändringar av programmet och svarar för teknisk kontroll av arbetens genomförande.

Stenleverantören levererar nytt stenmaterial vid utbyte eller komplettering av sten. Stenen är antingen färdig för inmontering på plats eller ett halvfabrikat för vidare bearbetning på plats. I en del fall är entreprenören även stenleverantör.

2.2.2 Åtgärdsprogram

Åtgärdsprogrammet kan innehålla eller hänvisa till följande

- Strategi och målbeskrivning
- Husets status
- Historisk och antikvarisk redogörelse
- Tidigare åtgärder
- Nuvarande skick
- Branschdokument såsom AB 04 eller ABT 94
- Administrativa föreskrifter
- Teknisk beskrivning
- Skade- och åtgärdsbeskrivning
- Ersättnings- och mätningsbestämmelser
- à-prislista, mängdförteckning (ev. att prissätta)
- Ritningar
- Övriga handlingar

Faktaruta 2.6

För fastighetsägare och/eller förvaltare finns olika tillvägagångssätt att initiera och genomföra en restaurering, renovering eller underhållsinsats av ett naturstensobjekt. Rör det sig om mindre ingrepp kan man ta direktkontakt med en lämplig entreprenör för att få en bedömning av skadans omfattning, lämpliga åtgärder samt ett pris för åtgärdernas genomförande, det går naturligtvis även bra att kontakta en stenkonsult för råd och tips. Rör det sig om en fastighet som klassats som kulturhistoriskt värdefull och som därigenom åtnjuter någon form av planmässigt skydd eller om ett objekt med så pass omfattande skador att man som ägare eller förvaltare vill kunna handla upp arbetet i konkurrens bör man ta kontakt med en stenkonsult, arkitektkontor eller ingenjörs/konstruktionsfirma med lämpliga specialkunskaper och erfarenheter.

Inför en upphandling och eller en bygglovsprocess ställs ett åtgärdsprogram samman. Handlingen baseras på en teknisk undersökning och de ekonomisk ramar som styr projektet. En handling kan ha olika former allt från en enkel rambeskrivning med några vägledande principer och materialval till en detaljerad arbets- och materialbeskrivnng som styr samtliga led och val i den kommande entreprenaden. Oavsett typ av avhandling som ställts samman

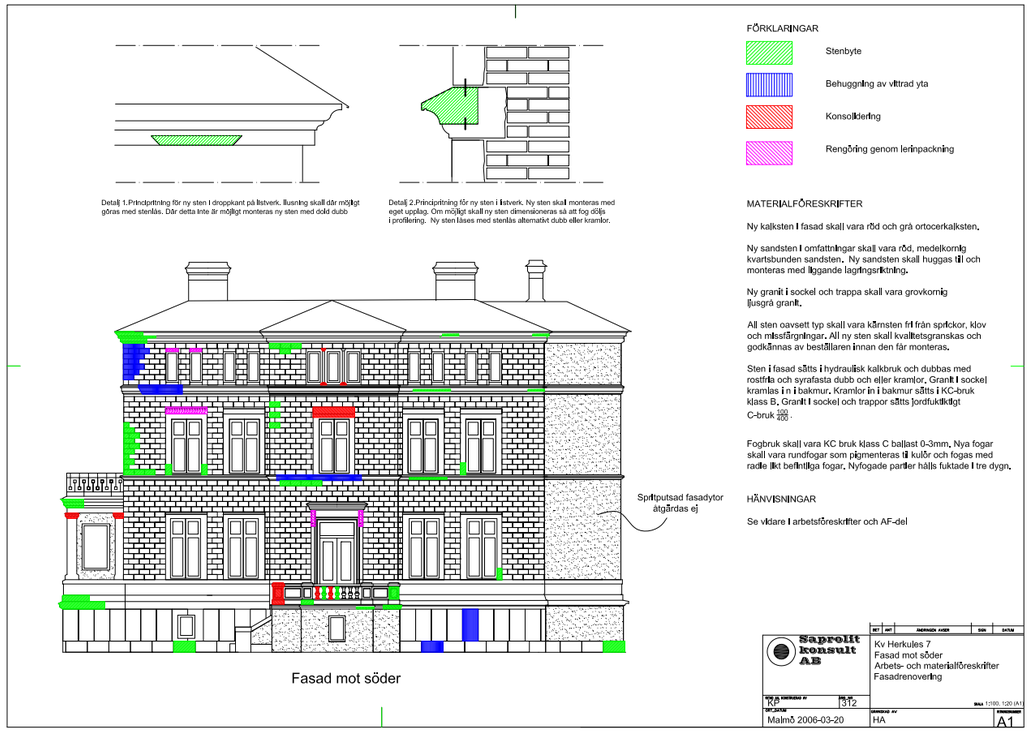


Fig 2.7 Exempel på ritning i restaureringsprogram med markering av skador och åtgärder.

Exempel på arbets- och materialbeskrivning. Utdrag

Kv. HERKULES 7
ARBETS- OCH MATERIALBESKRIVNING
RENOVERING AV FASAD MOT SÖDER
INKLUSIVE FRITRAPPA.

1. Inledning

1.1 Kort om fastigheten

Kv. Herkules 7 uppfördes under sent 1880 tal efter ritningar av ...
Byggnadstekniskt rör det sig om en traditionell huskonstruktion med grundmurar av gråsten på rustbädd och en naturstensbeklädd .....
Byggnaden genomgick en om- och tillbyggnad på 1920-talet då ...

1.2 Kulturhistoriskt värde

Byggnaden är klassad som kulturhistoriskt värdefull i kommunens kulturhistoriska byggnadsinventering.

1.3 Typ och omfattning av skador

I huvudsak rör det sig om skador i form av naturlig vittring av stenmaterialet. I sockeln finns ett antal granitplattor som spräckts ...
Fritrappans blocksteg är kraftigt lägesförskjutna med vidgade ...

1.4 Förutsättningar för åtgärderna genomförande

Skick på bakmur av tegel har inte kunnat undersökas. Visar det sig vid arbetenas genomförande att djupa skador förekommer ...

1.5 Målsättning

Målsättningen med åtgärderna är att rengöra hela fasaden och åtgärda vittrings- och strukturella skador så att ...

2. Arbetsbeskrivning

För materialföreskrifter och exakt omfattning samt position i fasad se ritning A1

2.1 Rengöring

Pilasterkapitäl och konsolvoluter rengörs genom lerinpackning ...
Övrig fasad rengörs genom mild våtblästring med dolomit som ...
Entreprenören att ta fram 3 provytor om minst 1m^2 med ...

2.2 Sockel

Två liggande kvadrar skall bytas mot nya. Nya plattor skall ...

2.3 Fritrappa

Samtliga blocksteg demonteras och återmonteras i ursprunglig ...
Två balusterdockor och ett mindre antal stenar i balusterräcket ...
..... i enlighet med principdetalj 1 och 2 på ritning A1.

2.4 Fasad

Kalkstenskvadrar byts alternativt behuggs ...
Vid stenbyten skall röd kalksten bytas mot ... vara fint tandhuggen och monteras så att den .... Fogar skall vara

2.5 Fogning

Alla lösa och vittrade fogpartier skall omfogas. Entreprenören skall räkna med omfogning av .... Innan fogning av fasad utförs skall en pigmenterad provfog om ... för eventuellt godkännande av beställaren.

så kan den används i en anbudsprocess och, om så erfordras, även i en bygglovsprocess. För att reglera olika typer av administrativa förhållanden mellan beställare och entreprenör upprättas vanligtvis en så kallad AF-del.

Strategi och målbeskrivning
I ett tidigt skede måste strategi och målsättning för restaureringen fastställas. Se 2.1 Restaureringens förutsättningar.

Redan i det inledande programmet redovisas husets antikvariska och arkitektoniska värden. Arbetshandlingen lämnas i tillämpliga fall till tillståndsmyndigheterna (Riksantikvarieämbetet, Länsstyrelsen) för godkännande. Samtliga i projektet ska ta del av programmet, vilket är särskilt viktigt när det gäller förståelsen av de antikvariska värden som ligger till grund för målsättningen.

Projekteringsarbete
Vid en mer omfattande restaurering behövs många olika aktörer (arkitekt, antikvarie, stenkonsult, plåtkonsult, statiker m.m.). Det är synnerligen viktigt för resultatet att man utnyttjar personer/konsulter med dokumenterad erfarenhet och kunskap om restaurering. Det är också viktigt att man utser en projekteringsledare som samordnar de olika disciplinerna.

Historisk dokumentation
Ursprungsritningar, foton och historisk dokumentation på byggnaden tas fram. Dessutom dokumentation på tidigare restaureringar och åtgärder som genomförts. Det kan bli aktuellt med arkivsökningar för att utröna vad och på vilket sätt byggnaden uppförts och förändrats över tiden. Avslutningsvis så skall detta resultera i ritningar och dokument som beskriver byggnadens nuvarande konstruktion och status.

Skador och status
En skadeinventering utförs. Fasader undersöks vid projekteringstillfället oftast från gatan eller från skylift. Även skadeorsakerna fastställs så långt som möjligt i detta skede.

Skadetyper och åtgärder förtecknas i beskrivande text, som hänvisar till ritningar där skadorna och åtgärderna markeras med korresponderande beteckning. I beskrivningen redovisas även metod- och materialval. Olika delar av arbetet kan redovisas för sig, t ex fasader och skulpturala delar.

Det är viktigt att i detta skede gardera sig för ytterligare åtgärder och kostnader eftersom det är näst intill omöjligt att skaffa sig en samlad uppfattning om skadornas omfattning vid en okulär besiktning från mark och även mycket svårt från skylift.

Provtagning

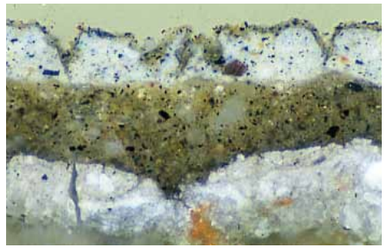


Bild2.8 Mikroskopiskt foto av färgskikt. S:t Nikolai kyrka Nyköping.

I förundersökningen ingår eventuell provtagning för analys. Provtagning och analys görs för att verifiera hypoteser om skador, nedbrytning och dess orsaker. Vanligtvis tas prov från stenmaterialet. Registreras skador som antas härröra från salt, analyseras mängden vattenlösliga salter i ett antal prov tagna från representativa platser. Ytan kan vara behandlad på sätt som inverkar på kommande behandlingar, varför prov tas från ytskiktet. Svaren på analyserna är till hjälp vid fastställande av åtgärdsprogrammet. Om det påträffas färgspår som förmodas vara av äldre datum kan dessa analyseras för att ge svar om den ursprungliga färgsättningen. Platserna för provtagning märks ut på fotografi eller ritning. Denna handling följer med den avslutande dokumentationen.

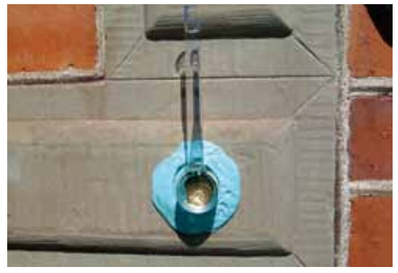


Bild2.9 Mätning av vattenupptagning med Karstens rör. Vadsbro kyrka

Åtgärder
Programmet ska vara precist och kvantifierbart. Det är viktigt att specificera och kvantifiera åtgärderna bl.a. för att vid en anbudsförfrågan kunna få jämförbara priser. Oavsett detta måste det finnas utrymme för oförutsedda åtgärder och kostnader.

Det kan vara lämpligt att upprätta en mängdförteckning. Sådana mängder kan exempelvis vara byte av balusterdockor (per styck), byte av list (per löpmeter eller per styck av viss längd), impregnering (per kvm), etc. På så vis ges samma förutsättningar till anbudsgivarna och omfattningen/priset kan i ett senare skede justeras vid tillkommande eller avgående arbeten.

Gränsdragningar
I många projekt utgör stenrestaureringen endast en del av ett mer omfattande åtgärdsprogram. Det är viktigt att redan i projekteringsarbetet planera genomförandet så att alla olika yrkesgrupper och aktörer samordnas på ett klokt och effektivt sätt.

Det är också viktigt att gränsdragningen mellan de olika kategorierna är tydlig. Om man till exempel skiljer på stenentreprenör, fasadrengöringsentreprenör och konservatorsarbeten måste gränsdragningen mellan dessa tydligt framgå.

2.2.3 Upphandling

Anbudsförfrågan
Utförandeentreprenad, eller s k samordnad generalentreprenad, är den vanligast förekommande. Även totalentreprenad förekommer.

Den vanligaste formen av upphandling är ett fast pris som grundar sig på det preliminära restaureringsprogrammet. Ofta kompletteras detta med à-priser på reglerbara mängder. Antingen att prissätta såsom en prissatt mängdförteckning eller endast såsom reglerpriser. På så vis kan priset justeras med fasta summor vid tillkommande eller avgående arbeten.

I vissa fall utförs stenrestaurering på löpande räkning, vilket förutsätter ett större förtroende mellan beställare och entreprenör.

I anbudsförfrågan anges även krav på kvalitets-, miljö- och tidsplaner samt övriga utvärderingskriterier

Utvärdering anbud
Vid utvärdering av anbud är det viktigt att förvissa sig om entreprenörens kvalifikationer. Studera referensarbeten och lyssna med andra beställare om deras erfarenheter. Det är inte alltid som det lägsta priset i anbudet medför den lägsta totalkostnaden, eller det bästa resultatet, i slutänden. Var också nogsam att kontrollera att anbuden är likvärdiga till sitt innehåll så att inte olika reservationer innebär olika anbudsförutsättningar. Efter att entreprenör utsetts sker en formell beställning eller kontraktsskrivning.

2.2.4 Arbetets inledande

Startmöte
All erfarenhet visar att ett startmöte med genomgång av målsättning, strategi, program och förutsättningar på plats ger många fördelar i det fortsatta arbetet. I mötet ska representanter för alla yrkeskategorier delta. Det är också lämpligt att vid detta möte gå igenom och fastslå rutiner för avvikelser, organisationen på arbetsplatsen samt de olika företrädarnas ekonomiska och tekniska befogenhet.

Har man ännu inte fastställt program för egenkontroll och dokumentation görs det på startmötet.

Justering av programmet
När ställningar är resta görs en kompletterande undersökning. Denna leder vanligen till en justering av åtgärdsprogrammet. Omfattningen av stenbyten fastställs, liksom eventuella andra byggnadstekniska åtgärder. Det bör också finnas en handlingsberedskap/budget för tillkommande åtgärder utöver redan gjorda ändringar. Det är t.ex. först under demontering av byggdelar som man ser hela omfattningen av nödvändiga stenbyten.

Entreprenören och beställaren ska gemensamt komma överens om hur man ska kommunicera om avvikelser från programmet. Förändringar måste förankras hos byggnadsantikvarisk kontrollant, när sådan finns.

Logistik
Vid fasadarbeten är det viktigt med bra arbetsställningar. Lyftanordningar ska vara dimensionerade för arbetet. Kalkylera behovet av lyftmekanik, stenarnas vikt, hur omfattande arbetet är, hur många arbetare som kommer att arbeta från ställningen samtidigt och nödvändiga upplagsytor. Generellt bör alltid en tungställning förordas. Se gällande Allmän Författningssamling, som finns bl.a. på Arbetsmiljöverkets hemsida.

I de fall beställaren tillhandahåller ställningen är det viktigt att hon/han beaktar olika yrkeskategoriers behov och noga anger i tex. AF-delen vilken ställning som tillhandahålls.

Upplagsytor och transportvägar inom entreprenadområdet ska planeras och säkerställas. Upprätta en tidplan utifrån fastställda tider för leveranserna från bl.a. stenhuggeriet.

2.2.5 Arbetets avslutande

Besiktning
Innan ställningar demonteras eller ett utförande döljs är det viktigt att syna eller besiktiga arbetet.

I samband med slutbesiktning skall entreprenören överlämna dokumentation av egenkontroll, etc. Se *4.9 Underhåll.*

Relationshandlingar
I samband med slutbesiktningen lämnar entreprenören över underlag för relationshandlingar till beställaren. Denne lämnar dokumentation, t.ex. konserveringsrapport och relationshandlingar till beställaren och arkivförande myndighet (stadsmuseum, länsmuseum, byggnadsnämnd, etc). Detta är av största vikt för att underlätta framtida, fortsatt restaureringsarbete eller andra åtgärder.

3 SKADOR OCH NEDBRYTNING

3.1 SKADEANALYS

Skade- och nedbrytningsprocesserna när det gäller natursten kan vara komplicerade. Ofta är det flera samverkande faktorer som orsakar skador. För att bedöma stenens kondition och skadornas art krävs kunskap om olika stensorters egenskaper, byggnadstekniken vid tiden för byggnadens uppförande samt mekaniska, fysikaliska, kemiska och biologiska processer. För att man ska kunna vidta rätt restaureringsåtgärder krävs att en sakkunnig bedömning av skadeorsakerna utförs.

De vanligaste nedbrytningsfaktorerna:

- Stenens egenskaper
- Mekanisk nedbrytning
- Fysikalisk nedbrytning
- Kemisk nedbrytning
- Biologisk nedbrytning
- Byggnadstekniska faktorer
- Felaktiga konstruktioner

Faktaruta 3.1

3.1.1 Stenens egenskaper

Här redovisas endast de egenskaper som är relevanta när det gäller naturstenens nedbrytning och som påverkar restaureringsprocessen. Endast natursten som används i svensk byggnation har tagits med. För allmän information om olika stensorters egenskaper se *Natursten, Allmänt*.

Hur stenmaterialet påverkas av olika nedbrytningsmekanismer beror på stenens:

- Mineralsammansättning
- Mikrostruktur
- Porositet och porstruktur
- Svaghetszoner

Faktaruta 3.2

När natursten används för bygg- och anläggningsändamål, måste den betraktas och bedömas som just ett bygg- eller anläggningsmaterial. Detta sammanfaller inte alltid med ett renodlat geologiskt synsätt.

Alla naturstenstyper fläckas mer eller mindre av vissa metaller (rost, ärgning, etc.) samt av fett och olja, men så gott som alla typer av natursten tål organiska lösningsmedel.

För övrigt är natursten inget entydigt begrepp. Olika stentyper har vitt skilda egenskaper som bl.a. bestäms av de mineral de är uppbyggda av och hur dessa mineral är sammanfogade. Det är därför

självklart att fastställa stentyp innan restaureringsåtgärd planeras eller vidtas.

För att avgöra hur olika naturstenstyper/stensorter påverkas, bryts ned eller skadas i olika miljöer/applikationer och vilka restaureringsmetoder som kan användas måste bl.a. stenens följande tekniska egenskaper beaktas:

VIKTIGT!
Fastställ stentyp innan restaurering planeras eller påbörjas.

- *beständighet mot kemisk påverkan* (motstånd mot luftföroreningar, biokemisk nedbrytning, salt, rengöringsmedel, användning av kemikalier, etc.)
- *beständighet mot mekanisk påverkan* (motstånd mot nötning, biomekanisk nedbrytning, mekanisk rengöring och övrig mekanisk påverkan.)
- *porositet/vattenabsorption/permeabilitet* (fysikaliska egenskaper) (frost, smuts ,biologisk nedbrytning etc.)
- *kristallstruktur/strukturell uppbyggnad*
- *innehåll av mineralkorn med oönskade egenskaper* (som vittrar, rostar eller orsakar andra missfärgningar)
- *förekomst av svaghetszoner* (t.ex. lerklov hos kalksten eller sprickor)

Om stenen använts på ett byggnadstekniskt felaktigt sätt eller blivit utsatt för påverkan, t.ex. rengöring utan att hänsyn tagits till dess egenskaper har detta i hög grad påverkat skade- och nedbrytningsprocessen.

Av dessa skäl kan olika stentypers egenskaper i förhållande till skador och nedbrytning delas in följande huvudgrupper: silikatsten, karbonatsten och sandsten, vilket inte är det gängse geologiska synsättet.

	Silikatsten	Karbonatsten
Kemi	SiO_2	$CaCo_3$
	Sur	Basisk
Egenskaper	**Hård, tål sura medel**	**Mjukare, tål ej sur miljö**
Stentyper	Granitliknande stensorter Granit, gnejs, diabas, etc	Marmor
	Kvartsit-/glimmerskiffer	Kalksten
Egenskaper	**Mjukare, tål sur miljö**	
Stentyp	Lerskiffer	

Tabell 3.3

Silikatsten

Silikatsten består av silikatmaterial, dvs. mineral som innehåller SiO_2. Dessa är (i allmänhet) ”passivt” sura och därför motståndskraftiga mot sura ämnen och annan kemisk påverkan. Sålunda påverkas dessa inte av sura rengöringsmedel (de kan dock innehålla t.ex mineral som rostar eller påverkas på annat sätt)

Silikatsten, kan i sin tur indelas i två grupper:

Silikatsten		
Stentyp	Mineral	Hårdhet, Kostov
Granit, magmatisk **Gnejs**, omvandlad Delvis utvecklade kristaller	kvarts, SiO_2 fältspat, $SioO_2$ glimmer, SiO_2	100 50 10
Kvartsit-/glimmerskiffer Delvis utvecklade kristaller, har klyvplan	kvarts, SiO_2 fältspat, SiO_2 glimmer, SiO_2	100 50 10
Lerskiffer Saknar kristaller, har klyvplan	div silikat, SiO_2	5

Tabell 3.4

Hård silikatsten

Till denna grupp hör stentyper bestående av hårda silikatmineral. Om dessa mäts med Kostovs hårdhetsskala, (som är en absolut hårdhetsskala, till skillnad från Mohs', som är relativ), får de följande hårdhetsangivelser:

– Kvarts (hårdhet 100)
– Fältspat (hårdhet 50)
– Pyroxen (hårdhet 50)
– Glimmer, oftast mindre än 10%, (hårdhet 10).

D.v.s. stentyper i denna grupp är ***hårda***, motståndskraftiga mot kemisk påverkan och tål t.ex. ganska robust rengöring.

Bl. a. följande stentyper ingår i denna grupp, som ofta kallas ”granitlika stentyper”:

Granitlika stentyper

- granit
- gnejs
- diabas
- syenit
- kvartsit
- kvartsitskiffer

Faktaruta 3.5

Mjuk silikatsten

Denna grupp innehåller *mjuka* (hårdhet 5) lermineral. I gruppen ingår bland andra stentypen lerskiffer, som tål viss kemisk påverkan, men den kan också i vissa fall blekas av sura ämnen.

Skiffer är inte ett entydigt begrepp. De olika skiffertyperna har mycket olika egenskaper. Det finns bl.a. kvartsitskiffer (hård), fyllitskiffer och lerskiffer (mjuk)

OBSERVERA att inom gruppen silikatsten kan förekomma mineral som rostar och vittrar. Vissa

av dessa är stabila i neutral miljö, men börjar rosta i sur miljö. I utemiljö kan surheten bland annat orsakas av luftföroreningar eller rengöring med surt medel.

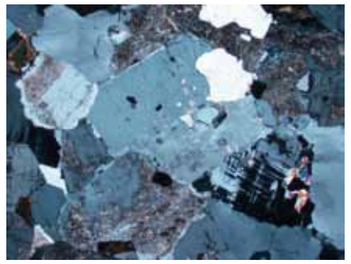


Fig 3.6 Granit, tunnslip. Består av huvudmineralen kvarts, glimmer och fältspat (inklusive pyroxen). Verklig storlek: längd 5,5 mm.

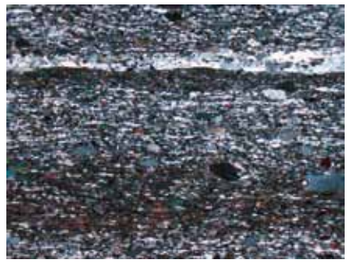


Fig 3.7 Kvartsitskiffer, tunnslip. Kvarts, fältspat och glimmer har parallellstruktur och bildar en utpräglad skiffrighet. Verklig storlek: längd 5,5 mm.

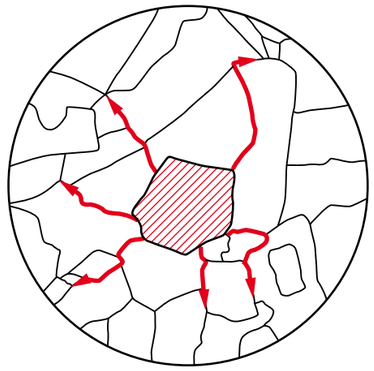


Fig 3.8 Ett rostande mineralkorn. Rostfärgen kan spridas längs korngränserna även till andra korn.

En del skiffrar (huvudsakligen fylliter och lerskiffrar) kan innehålla rostande järnmineral i vissa skikt. Om stenen inte är rätt utvald finns risk för att de rostande mineralen vittrar och sväller och därmed skiktar skiffern.
Typiska skador och nedbrytning: Silikatsten som används i Sverige är relativ motståndskraftig mot inträngande nedsmutsning och nedbrytning. Dock kan lätt avlägsningsbar smuts (sot, lavor, etc.) förekomma. Ytbearbetningen har här betydelse. Salt, som vid vattentransport transporteras genom fogarna, kan ibland ge en missprydande utfällning på stenens yta. Restaureringsbehovet är vanligtvis ringa. Men inte ens silikatstenen står emot rostsprängning eller inträngande trädrötter.
Lerskiffer kan blekas. Vissa, importerade lerskiffrar är inte beständiga utomhus i vår miljö. Frysning och urlakning kan göra att de spaltas upp utefter sina lagringsplan.
Att beakta i samband med restaurering och rengöring: Stentypen i sig tål de flesta kemiska rengöringsmetoder/medel. Dock måste hänsyn tas till anslutande inbyggnadsmaterial. Mjuk silikatsten kan vara känslig för mekaniska rengöringsmetoder.

Karbonatsten

Karbonatsten				
Stentyp	bildning	Huvudmineral		Hårdhet
Kalksten Travertin	sedimentär	Kalkspat	$CaCO_3$	9
Marmor	omvandlad	Kalkspat Dolomit	$CaCO_3$ $CaMg(CO_3)_2$	**9** **20**

Tabell 3.9

Karbonatstenarnas huvudmineral är kalk, CO_3. De är basiska och reagerar därför med sura ämnen. Sur miljö påverkar stenen och bryter på lång sikt ner den Många i denna grupp påverkas även av andra kemiska ämnen t.ex. salt (NaCl). (För att testa om ett material tillhör denna grupp, kan man hälla en droppe utspädd saltsyra på den. Den börjar då fräsa och bubbla.)

Ingående mineral kan vara kalkspat (hårdhet 9), dolomit (hårdhet 20) och i vissa fall serpentinit. Stentyperna i denna grupp är alltså relativt mjuka. Detta gör att motståndsförmågan mot avnötning är sämre hos karbonatstenarna än hos silikatstenarna. Följande stentyper ingår bland andra i denna grupp:

Karbonatstenar

- marmor
- kalksten
- travertin

Faktaruta 3.10

Vissa marmorsorter t.ex. Ekeberg och Kolmården är relativt resistenta mot salt, så även i allmänhet travertin och den belgiska svarta kalkstenen.

I internationella naturstenssammanhang skiljer man ofta inte mellan kalksten och marmor. Kalksten som är polerbar kallas ofta marmor. Skillnaden ligger i kristallstruktur och uppbyggnad. Marmor, som är en omkristalliserad kalksten, saknar oftast klov (porösa skikt), medan kalkstenen har mer eller mindre utvecklade klov, vilka ofta utgör svaghetszoner. Ibland innehåller dessa klov andra mineral med högre porositet än stenen i övrigt.

Travertin har hög porositet, med en typiskt öppen struktur, men har god hållfasthet.

Även viss kalksten kan innehålla mineral som inte är beständiga (se ovan under silikatsten). Ett exempel är svavelkis, t.ex. markasit och pyrit. Lättlöslig svavelkis rostar med tiden, särskilt i sur miljö, och kan därvid ge upphov till missfärgande rostfärgning och även orsaka sprängningar.

Fig 3.11 Rostande pyritklump i gotländsk sandsten. Vamlingbo kyrka, Gotland

Fig 3.12 Kalksten, tunnslip. Kalkspat med finkornig textur och skalfragment. Verklig storlek: längd 5,5 mm.

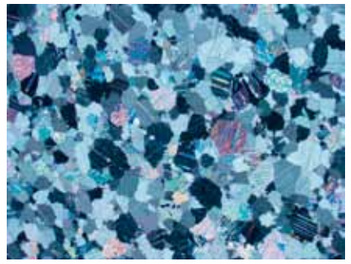


Fig 3.13 Marmor, tunnslip. Kalkspat eller dolomit med ensartad, "sockerkorning", kristallin textur. Verklig storlek: längd 5,5 mm.

Typiska skador och nedbrytning: Krustabildning (gipsbildning i kombination med partikelavsättning), sot och fasta partiklar. Avspjälkning vid klov. Vittring, färgförändring. En finbearbetad yta utomhus blir grövre på grund av påverkan av surt nerfall. Golv inomhus får markerade gångstråk p.g.a. slitage. Angrepp av djupt sittande biologiska föroreningar typ lavar, mossor etc. Dessa frodas på grund av stenens kalkinnehåll. Typiska skador på kalksten framgår nedan under rubriken "Skadebilder för kalksten och silikatbunden sandsten". Fasadplattor av vissa karbonatstenssorter i vissa miljöer kröker sig. Se rubrik "Krökta fasadplattor" nedan.

Att beakta i samband med restaurering och rengöring: Karbonatstenar tål ej sura medel, försiktighet med mekaniska metoder (blästring, etc.). Speciellt gäller detta behuggna ytor. Langningsmaterial t.ex. bruk måste vara anpassat till stenmaterialet.

Sandsten

Sandsten är, jämfört med de andra stengrupperna, *porös*, med hög vattenabsorption. Därför smutsas den snabbt ned och är svår att göra ren. Trots att den av denna anledning är begränsat lämplig för bygg- och anläggningsverksamhet förekommer den i viss utsträckning som bl.a. fasadmaterial. Sandsten låter sig inte poleras.

Huvudbeståndsdelen i sandsten är oftast kvartskorn, men bindemedlet varierar. På grund av det höga kvartsinnehållet (hårdhet 100) är sandsten ofta **hård.** Bindemedlet kan vara kvartsitiskt (silikat), kalk (karbonat, kalcit), lerhaltigt eller järnhaltigt. De två senare förekommer i äldre byggnader men saknar betydelse som bygg- och anläggningsmaterial i dag.
Gruppen sandsten kan därför delas in i två undergrupper, med *mycket olika* egenskaper:

Silikatbunden sandsten (kvartssandsten)

Stensorter inom denna grupp *påverkas ej* **av sura** medel och är i övrigt motståndskraftiga mot kemisk påverkan. Det höga kvartinnehållet gör dem också motståndskraftiga mot mekanisk påverkan såsom slitage.
Exempel på stensorter inom denna grupp är Orsasandsten och Lemundasandsten

Fig 3.14 Silikatbunden sandsten, tunnslip. Kornen är kvarts. Bindemedlet silikat . Verklig storlek: längd 5,5 mm.

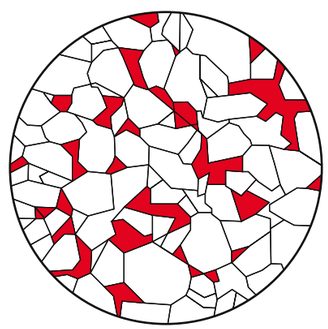


Fig 3.15 Kvartsbunden sandsten – kornen är kvarts eventuellt fältspat. Bindemedlet kvarts

Typisk nedsmutsning: Stentypen är mycket porös och suger åt sig sot och fasta partiklar. Den är också utsatt för beväxning av bl. a mossor och lavar.

Att beakta i samband med restaurering och rengöring: Tål sura medel, och mekaniska metoder (blästring, etc.). Svår att göra ren på grund av sin porositet.

Karbonatbunden sandsten

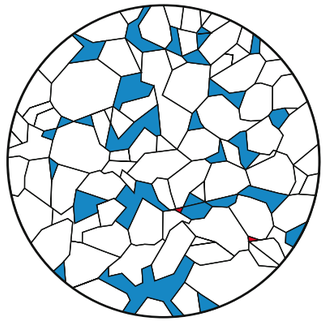


Fig 3.16 Karbonatbunden sandsten – kornen är kvarts eventuellt fältspat. Bindemedlet karbonat

(Denna får inte förväxlas med fabrikstillverkad kalksandsten, typ Mexi)
Stensorterna inom denna grupp *påverkas av sura* medel, vilket har negativa effekter då den utsätts för surt nedfall. Eftersom upplösning av små mängder bindemedel ger stort materialbortfall kan skadorna snabbt bli dramatiska.
Exempel på stensort i denna grupp är Gotlandssandsten.

Typisk nedsmutsning: Krustabildning (gipsbildning i kombination med partikelavsättning). Då stentypen är mycket porös suger den åt sig sot och fasta partiklar. Vittring, färgförändring, övrig ytförändring (exfoliation, avsandning, skorpbildning). Djupt sittande biologiska föroreningar typ lavar, mossor etc. Dessa frodas på grund av stenens porositet och kalkinnehåll.

Fig 3.17 Tunn krusta på gotländsk sandsten. Kv Matrosen, Stockholm.

Att beakta i samband med restaurering och rengöring: Tål ej sura medel, försiktighet med mekaniska metoder (blästring, etc.). Speciellt gäller detta behuggna ytor. Lagningsmaterial, t.ex. bruk, måste vara anpassat till stenmaterialet. Mycket svår att göra ren.

För att testa om ett material tillhör denna grupp, kan man hälla en droppe utspädd saltsyra på den. Fräser och bubblar den, är den karbonatbunden, om den inte reagerar är den silikatbunden.

Kristallstuktur, porositet och porstruktur
I många fall har det visat sig att olika stensorter med samma värden på de vanligaste tekniska parametrarna, mätta enligt vedertagen standard, uppvisar helt olika total hållfasthet och livslängd. Förklaringen till detta är oftast att de olika stensorterna har olika kristallstruktur eller uppvisar andra strukturella olikheter, som inte framgår av de vanligaste provningsförfarandena. Stensortens egenskaper vid olika ytbearbetningar kan även ha betydelse.

Stenens porositet och porstruktur har stor betydelse för vattenupptagningen och därigenom för frostbeständighet och känslighet för saltkristallisationssprängning. Hög porositet behöver inte innebära att stenen är känslig för frost. En öppen porstruktur som innehåller luftrum även när stenen mättats med vatten är oftast frostbeständig. Se nedan 3.1.3 Fysikalisk nedbrytning under *frost* respektive *salt*.
Känsligheten för nedsmutsning beror, förutom på mineralens hårdhet, även på porositet och porstruktur. Trots likvärdiga egenskaper mot avnötning kan till exempel olika marmorsorter smutsas på helt olika sätt i utsatta miljöer om de har olika porstruktur.

Deformerade/buktande fasadplattor
Ett skadefenomen som konstaterats i ”moderna” byggnader (framför allt yngre än 50 år) är att vissa plattor i ventilerade fasadbeklädnader kröker sig. Krökningen kan vara ända upp till ca 70 mm på en meters plattlängd om plattorna är långsmala. De vanligaste och mest uppmärksammade fallen rör Carraramarmor. Fenomenet har också konstaterats på en del andra marmorsorter. Det brukar dröja tio till femton år innan skadorna är så kraftiga så att de observeras och leder till åtgärder. I vissa fall har dock skador observerats redan efter ett år.

Svaghetszoner hos kalksten och sandsten
Sedimentära, lagrade karbonatstenar, till exempel kalksten, tillhör de mest utsatta i våra fasader. Många kalkstenar är uppbyggda av täta skikt, s.k. *kärnsten*, med mellanliggande porösa skikt, s.k. *lerklov*. Kärnstenskiktens tjocklek varierar mellan olika stenbrott och även inom varje brott. Vanligen är den största tjockleken på dessa skikt mellan 120 och 180 mm.

Fig 3.18 Stora materialförluster på grund av klovförsvagning. Högbergsgatan 11, Stockholm.

De porösa och lerhaltiga lerkloven har betydligt sämre hållfasthet än kärnstenen. Dessutom har de betydligt högre vattenabsorption. Sten med lerklov spjälkas därför lätt upp utefter dessa klovplan, bland annat med hjälp av frost och urlakning av nederbörd, särskilt om denna är sur.

Fig 3.19 Kalksten med vertikala klov medför att stenen klyvs. Strandvägen, Stockholm.

Listverk och andra detaljer av kalksten i äldre byggnader är ofta tjockare än stenens kärntjocklek och innehåller därför lerklov. Problemet är inte så stort om kloven ligger horisontellt och inte är genomskurna av droppnäsor eller dylikt. Tyvärr är det dock vanligt att stenen är monterad med kloven vertikalt eller att den är skulpterad så att risk för avspjälkning i lerkloven föreligger.

När man idag restaurerar kalksten strävar man efter att alltid använda kärnsten. Om inte kärnans tjocklek räcker till så sammanfogar man kärnstensbitar med lim och rostfria dubbar till en tjockare enhet.

Även sandstenar är vanligen uppbyggda av skikt med varierande täthet, vilket man bör ta hänsyn till när man kompletterar med nya stenbitar. Vissa av dessa skikt kan innehålla glimmer, som kan vålla problem.

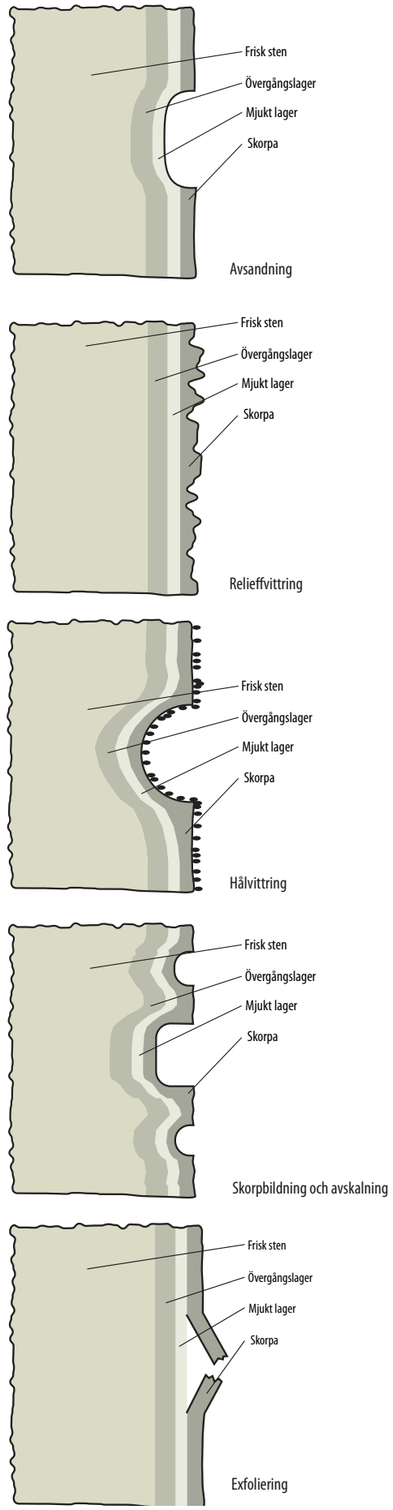
Skadebilder hos kalksten och karbonatbonden sandsten
Som sammanfattande exempel på skadebilder för karbonatstenar och karbonatbundna sandstenar kan vi dela upp dessa i typer enl fig 3.20-3.23

Fig 3.20 Exfolieringsskador, Gotlandssandsten(karbonatbunden). Tyska kyrkan, Stockholm

Fig 3.21 Exfolieringsskador, Roslagssandsten (kvartsitbunden). Storkyrkan, Stockholm.

Fig 3.22 Sandnings- och exfolieringsskador Gotlandssandsten(karbonatbunden). Petersénska huset, Munkbron, Stockholm.

Fig 3.23 Nedbrytning/skadebilder på sandsten



3.1.2 Mekanisk nedbrytning

Slag och brott

Tunga föremål som tappas i en trappa kan slå av stegens framkanter, trappnosarna. Golv kan också repas av tunga föremål som flyttas på ett felaktigt sätt. Stor belastning av små, hårda hjul är riskabelt. Området närmast rörelsefogarna är särskilt känsligt för sådan belastning. När små hjul slår till plattkanten kan kanten skadas eller plattan lossna. Det är viktigt att fogen är fylld ända ner till sättbruket.

Nötning

Golv och trappor som är utsatta för punktnötning, t.ex. innanför entréer, kan med tiden bära spår av märkbart slitage. I trappor bildas en naturlig gånglinje dit trafiken koncentreras. Dessutom går man mest på stegens framkant. Slitaget blir givetvis särskilt stort om man drar med sig onödigt mycket grus in under skorna.

Det finns ingen anledning att regelmässigt slipa eller byta sten i gamla nötta trappor eller golv. Slitaget är en del av husets historia. Om man ändå vill förbättra halkskyddet i gamla trappor som har en behuggen yta kan behuggningen förnyas. Viktigt är då att man beaktar antikvariska aspekter.

Sättningar och andra rörelser

Sättningar i byggnadsstommen kan bero på många faktorer som feldimensionering, felaktig grundläggning eller rörelser i grunden orsakade av t.ex. grundvattensänkningar.

Rörelser i stommen kan också orsakas av betongkrympning och -krypning, belastningar som ger nedböjning av bjälklag av till exempel trä eller betong, etc.

I massiva murkonstruktioner uppstår vid sättningar sprickor som kan leda in vatten i murverket. Är sättningarna stora kan hela murverkets statiska stabilitet äventyras.

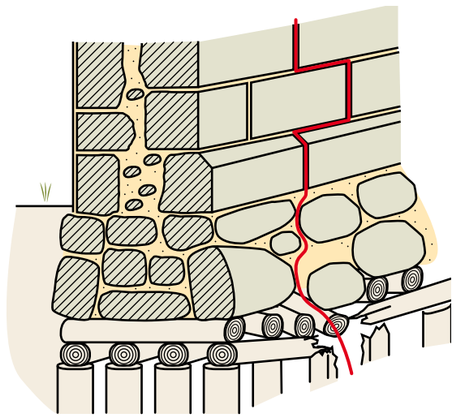


Fig 3.24 Exempel på rörelsebelastning och sättningar på grund av svårt rötskadade pålar.

Fasadplattor som monterats i bruk kan lossna vid rörelser i byggnadsstommen.
Rörelser i byggnadens stomme ger också upphov till rörelser mellan golvplattor, vilket i sin tur leder till att fogbruket krossas. Gamla fogar av kalkbruk i golv är inte lika hållbart som ett hydrauliskt kalkbruk eller ett eftergivligt, cementbaserat fogbruk med plasttillsats. Dammsugare och skurmaskiner tar med sig löst fogbruk och fogarna gröps ur. Stenarna börjar lätt vicka och det är risk att plattorna spricker. Ligger stenarna tätt, som de oftast gör i gamla golv, så nöts lösa stenar mot varandra och kanterna kan krossas. Plattorna kan även lossna när den stödjande fogfyllnaden är borta.
Se även 3.1.6 felaktigt använt material

3.1.3 Fysikalisk nedbrytning

Vatten

Vatten ingår som en aktiv del i nästan alla nedbrytningsprocesser. Rinnande vatten i blandning med sand eller andra partiklar kan ge en avsevärd slipning och nedbrytning, även på de hårdaste stensorterna, dock sällan på granit. På medeltida kyrkor kan detta studeras. Djupa kratrar, eller canyons, har med åren bildats även i hårda kalk- och sandstenar. Vatten ger också upphov till frost- och saltkristallisationssprängning, se nedan.

Vind

Vind är en annan starkt eroderande nedbrytningsfaktor på sten, särskilt i kombination med sand och/eller vatten. Vid fasadpartier av karbonatsten eller sandsten på höga byggnader, där kraftig turbulens uppstår, blir erosionen särskilt kraftig. Detta fenomen sker ofta i samband med annan vittring (t ex saltskador, se nedan). Denna vittringstyp är vanlig på de stora gotiska katedralerna som med sin höjd och artikulerade utformning ger upphov till speciella vindförhållanden.

Frost

Förutsättningar för frostsprängning

- Stenmaterialet måste vara poröst och porerna måste vara vattenfyllda till mer än ca 90%. (Frysningen ger en volymökning med ca 9%).
- Vattnet måste vara instängt i porerna och förhindrat att pressas ut vid frysning.
- Temperaturen måste understiga 0 grader C. Observera dock att vattnet oftast innehåller salter av något slag, varför fryspunkten kan ligga under nollstrecket.

Faktaruta 3.25

De exakta skademekanismerna för frost- och saltskador (som berörs längre fram) är långt ifrån kända. De teorier som beskrivs i fortsättningen och som av många godtas som självklara, bör i själva verket ses som teoretiska spekulationer. Enligt den klassiska modellen måste tre förutsättningar uppfyllas för att frostsprängning ska ske enl nedan.

Finporösa material tar upp vatten snabbare än grovporösa och porerna fylls också lättare och fortare. Då stora porer förblir luftfyllda länge, är det positivt för frostbeständigheten om många sådana finns stenen. Det räcker dock inte med detta; även deras fördelning har avgörande betydelse för denna egenskap. Detta innebär att finporösa material lättare får frostskador än andra. Stenens hårdhet är här inte av avgörande betydelse. Porös granit kan t ex vara känsligare än porösa kalkstenar.

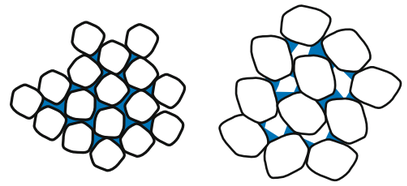


Fig 3.26 Finporösa material, t v, mättas lättare med vatten än grovporösa, t h, och är därmed känsligare för frost.

Frostskador yttrar sig ofta genom en avspjälkning i tunna skikt parallellt med stenytan. Spjälkningen kan vara från någon millimeter upp till någon centimeter i djup. Vid sprickor eller andra svagheter i stenen kan även större stycken sprängas loss.
Vid komplettering med finporiga, frostkänsliga sandstenar är det viktigt att de levereras tillräckligt uttorkade. Sandsten som är vattenmättad, vilket den ofta är i nybrutet skick, kan frysa sönder när den kommer till byggnadsplatsen.

Salt

Salt har, liksom frost, en starkt nedbrytande effekt. Det kan ofta vara svårt att avgöra okulärt om en skada uppstått genom frysning, saltkristallisation eller genom en kombination av dessa båda. Salterna har givetvis ett kemiskt ursprung, men skadeverkan vid kristallisationen är av mekanisk-fysikalisk karaktär. Många karbonstenar (dock inte alla) och karbonatbunda sandstenar påverkas av salt. Silikatstenar med låg porositet är oftast resistenta mot salt.

Det finns flera teorier om hur saltvittringen går till. Teorierna har i de flesta fall det gemensamt att man anser att det utvecklas ett tryck på grund av saltets kristallisation. Saltvatten fyller stenens porer och saltet kristalliserar vid vattnets avdunstning. Trycket blir då så stort att ytskiktet kan spjälkas av, särkilt om nytt saltvatten tillförs och processen upprepas.

Kristallisationen kan också ske under ett tätt ytskikt. Bindemedlet i stenen har då i allmänhet lösts upp kemiskt och bildat ett tätt, gipshaltigt ytskikt.

Bindemedlet i stenen kan ytterligare luckras upp vid saltkristallisationen.

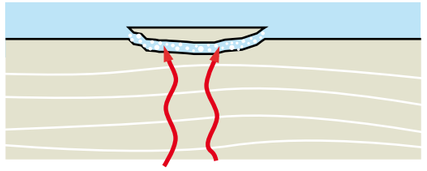


Fig 3.27 Saltvattnet vandrar till stenens ytskikt, där salterna vid avdunstning kristalliserar och spränger stenytan

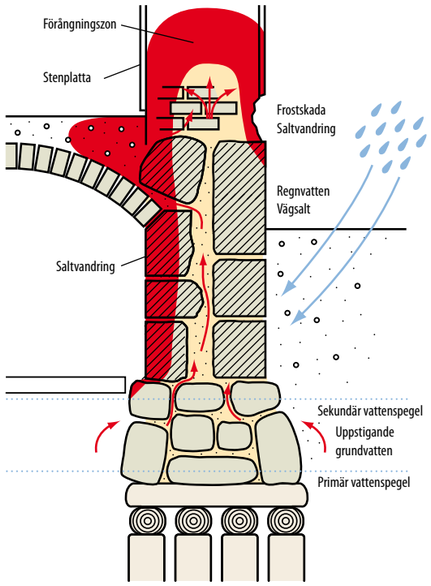


Fig 3.28 Saltvandring genom murverk.

Vissa salters kristallstruktur förändras även vid förändringar i relativa luftfuktigheten och temperaturen. Salt som då befinner sig i stenens ytskikt följer förändringar i luftens fuktighet och antar olika struktur eller övergår i lösning. Genom att salternas struktur på detta sätt varierar kan kombinationen salt - vatten ge allvarliga frostskador, speciellt i finporösa och skiktade material. Salt i sten kan ha många olika ursprung. Uppstigande markfukt som i sig innehåller salter, vatten som tränger in genom sprickor och/eller otäta avtäckningar och löser ut salter ur murverket, äldre ytbehandlingar eller rengöringsprocesser och luftföroreningar är några källor till salt i sten.

Salt kan även orsaka skador på sten inomhus. Salterna kan vara tösalter som följer med skorna in på golvet eller stänker upp på trottoarbeläggningar och fasader. Saltlösningen tränger ner i stenens ytporer. När vattnet dunstar ansamlas salterna i ytporerna och orsakar vittring eller lossprängning av flisor i stenens ytskikt.

Vid mycket kraftig fuktvandring kan även salter lösas ur cement i läggbruk och betong, transporteras till ytan och orsaka samma typ av sprängning. Fukten som orsakar saltvandringen kan ha olika ursprung, som läckage, kondens, etc. Särskilt golv av kalksten är känsliga, men vid stor saltbelastning kan skador uppstå även på andra stensorter, t ex marmor.

Fig 3.29 Saltvittring i kalkstensgolv.

Kapillärkondensation

Ett stenmaterials permeabilitet och porstorleksdistribution (fördelning av porer med olika storlek) är ofta avgörande för om stenen i fråga är vittringskänslig eller ej. Ju finporigare materialet är desto större risk föreligger för vittringsmekanismer som styrs av t ex fukttransport i olika former. Det räcker följaktligen inte med att tala om materialets porositet uttryckt i förhållande till den totala volymen. I många fall är så kallad kapillärkondensation en faktor i vittringsförloppet. Denna orsakas av skillnader i vattenångtryck över krökta vätskeytor (menisker) i kapillärer i stenen och kan öka vatteninnehållet vilket kan leda till sönderfrysning.

Temperaturspänningar

Olika mineral utvidgas olika mycket vid olika temperaturer. Detta innebär att om sten utsätts för stora temperaturförändringar inom vissa intervall så uppstår spänningar mellan olika ingående delar. Detta leder till glidningar mellan mineral med olika utvidgningskoefficienter och kristaller kan sprängas loss från ytan. Det bör dock påpekas att expansion och sprickbildning längs korngränser är avsevärt mycket större om vatten finns närvarande jämfört med torr värmeexpansion, med undantag av brandskada.

Mineralen har även olika förmåga att ackumulera värme. Mörka mineral kan behålla mer än ljusa (generellt sett). Detta är ett vanligt, naturligt vittringsfenomen även på hård, tät sten som granit. Fenomenet är dock vanligare i länder med varmare klimat än vårt.

Värmen kan också orsakas av bränder. Många av våra kända stenbyggnader har i historisk tid utsatts för brand, ofta vid flera tillfällen. Den ofta mycket

höga temperaturen leder till sprickbildning, vanligen parallellt med ytan. De höga temperaturerna kan också leda till att kristallerna i stenens ytskikt sprängs sönder. Vid större bränder kan temperaturbelastningen bli så stor så att hela konstruktionen spricker sönder. Temperaturchocken vid släckning med vatten kan också förvärra skadorna.

3.1.4 Kemisk nedbrytning

Luftföroreningar

Den kemiska nedbrytningen hänger ofta samman med upplösning och omvandling av stenens mineral eller bindemedel. I allmänhet är silikatstenar relativt motståndskraftiga mot lutföroreningar. Eftersom ett stort antal aggressiva ämnen förekommer i atmosfären utsätts sten idag för delvis nya s.k. antropogena nedbrytningsorsaker (orsakade av människan). Kol och olja som energikälla emitterar mycket stora mängder av koldioxid, svaveldioxid och kväveoxider. Stoft och gas bildar tillsammans med vatten salter eller syror vilka tas upp på olika sätt. Påverkan sker genom direkt frätning, upplösning eller genom de salter som bildas enskilt eller tillsammans med stenens egna mineral.

Svaveldioxid reagerar med vatten och bildar svavelsyrlighet och svavelsyra. På kalksten, marmor och kalkbundna sandstenar omvandlas kalken till gips vid reaktion med dessa syror. Som beskrivits tidigare är stenens egenskaper i form av t ex porositet m. m, av stor betydelse vid kemisk vittring. Kalkbundna sandstenar är särskilt känsliga eftersom de har stor porositet samtidigt som upplösning av bindemedlet, som är en mycket liten del av stenen, medför stor materialförlust.

Fig 3.30 Gipskrusta på marmor. Nationalmuseum.

Sambandet mellan svavel, kväve och fukt har studerats. Mycket tyder på att det finns ett synergistiskt samband, som leder till en snabbare och mer omfattande gipsbildning i kalkhaltig sten om kväve är närvarande i den kemiska processen. Detta betyder i klartext att bilavgaserna är aktiva vid nedbrytningsmekanismer på sten, något som varit oklart tidigare.

Partiklar i luften, t ex sot, järn, aluminium etc. fungerar också som katalysatorer i ett kemiskt förlopp som slutligen leder till stendestruktion i en eller annan form.

Då karbonatsten utsätts för gipsomvandling i kombination med partikelavsättning bildas en krusta på ytan som ger stenen delvis nya fysikaliska egenskaper. Denna krusta byggs upp främst i regnskuggade delar av en byggnad eller skulptur.

Vid partier som utsätts för regnsköljning tvättas gipsen hela tiden bort och stenytan ser ofta ljus och ren ut.

Även om svavel, kväve och andra försurande föroreningar dominerar den kemiska nedbrytningen, så finns det flera andra nedbrytande substanser i vår miljö. Ozon, kolväten, fluor, klor m. fl. ämnen skadar också sten direkt eller indirekt. Det finns också ”naturlig” kemisk nedbrytning, som medför att vissa mineral omvandlas långsamt.

Den kemiska nedbrytningen av partier som är utsatta för regnsköljning ger en långsam, jämn vittring av stenytan som sakta suddar ut profiler, ytbearbetning, och liknande. Dramatiska skador i form av stora avspjälkningar åstadkommes vanligen i kombination med andra fenomen som rostande järn, sten med lerklov på fel ledd, etc.

Felaktig rengöring

Rengöring med kemiska medel kan också orsaka skador framför allt på karbonatstenar och karbonatbunden sandsten. Sura medel löser upp kalkmineral i stenen och orsakar en direkt nedbrytning. Särskilt farliga är starka syror som saltsyra och svavelsyra.

Många alkaliska rengöringsmedel ger upphov till salter, som kan orsaka saltkristallisation. De kan orsaka stor skada, särskilt på porösa stensorter. Se även 2.4 Rengöring.

3.1.5 Biologisk nedbrytning

Den biologiska nedbrytningsmekanismen är den minst undersökta och därmed den minst kända. Olika slag av växter och djur påverkar stenmaterialet. Träd och buskar som slår rot i fogarna orsakar sprängningar som kan förskjuta hela murverk. Ett regelbundet underhåll med komplettering av skadade fogar förhindrar att växterna får fäste.

Bakterier, alger, svampar, lavar, mossor lever på sten och ibland av ämnen i stenen. Detta gäller i första hand karbonatsten och sandsten. Vissa bakterier kan oxidera svavel och kväve, andra åter kan reducera dessa. Alger och lavar bildar organiska syror som kan lösa upp stenens kalkmineral. Stora mängder fukt kan också hållas kvar på stenytan genom dessa organismer. Den naturliga vittringen

av stenen ger grogrund för växtlighet som i sin tur förvärrar vittringen o.s.v. I undantagsfall kan växter vara bra för fuktbalansen varför det inte alltid är av godo att tvätta bort dem. Då alger och lavar dödas genom olika gifter kan detta på ett negativt sätt befrämja t ex bakterietillväxten. Det är således inte helt problemfritt att rubba den ekologiska balansen på en stenyta. Vid osäkerhet bör specialist rådfrågas.

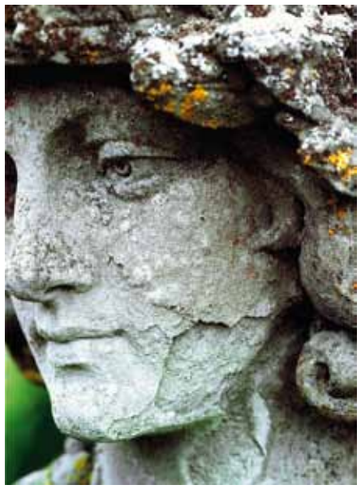


Fig 3.31 Biologisk nedbrytning.

3.1.6 Byggnadstekniska faktorer

Bristande underhåll

Stenbyggnader är inte underhållsfria, vilket är en vanlig missuppfattning. Stora restaureringar kan i många fall undvikas om man förebygger skador genom ett löpande underhåll. Om små skador åtgärdas på ett tidigt stadium för man ofta låga underhållskostnader. En enkel underhållsplan kan vara till stor hjälp. Ofta räcker det med att man gör en okulärbesiktning med 2-5 års mellanrum då man koncentrerar sig på att kontrollera fogar, ytbearbetning, avtäckningar och liknande detaljer som har stor betydelse för byggnadens fortsatt goda bestånd. Om man inte reagerar förrän det börjar läcka in vatten i byggnaden eller stenbitar faller ner på gatan så blir restaureringskostnaderna vanligen höga. Se 4.7 Löpande underhåll.

Felaktigt använda material

Järn har använts som dubbar vid sammanfogning av sten ända sedan antiken. Järnet rostar förr eller senare även om det ligger djupt inne i stenen. Vid korrosionen ökar volymen och stenen sprängs sönder. Speciellt i sten från 1600-talets senare del och framåt har järnkramlor använts för sammanfogning av bland annat sockel- och kvadersten i murverk, infästning av dockor i barriärer mm. Järndubbar har också använts vid lagning av t ex skulpturer. Det är också vanligt att räcken, gångjärn, fönstergaller och dylika är infästade i stenen med järn. Ännu icke korroderat järn kommer ovillkorligen i framtiden att börja rosta och då spränga sönder stenen. Hur länge det dröjer beror bland annat på järnets sammansättning, tillgång på fukt och syre, stenens hållfasthet och hur järnet är ingjutet.

Fig 332 Korrosionssprängningar i solur. Almunge kyrkogård, Uppland.

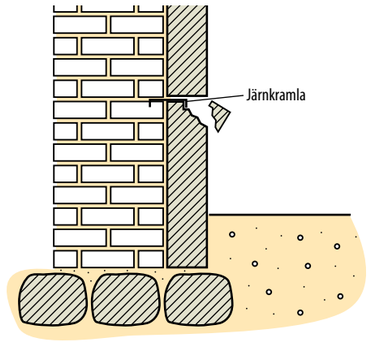


Fig 3.33 korrosionssprängning. Skador på grund av järnets korrosion och volymutvidgning.

Erfarenhetsmässigt ger ingjutning med bly en längre livslängd på grund av blyets eftergivlighet medan svavling påskyndar rostningen av järnet.

Cement och cementblandat bruk är andra material som flitigt använts vid rekonstruktion och restaurering. Cementbruket blir hårt med hög hållfasthet. Detta kan leda till krosskador hos stenar med låg mekanisk hållfasthet, t ex porösa sandstenar, i murverk. Skador förekommer också ofta i gränsen mellan sten och cement. En annan orsak är materialens olika värmeutvidgningskoefficienter. Salter fälls också ut från cementen och avsätts, antingen som en hård, svårlöst krusta på stenytan eller vandrar som lättlösliga salter in i porösa stenmaterial där de bland annat kan orsaka saltvittring.

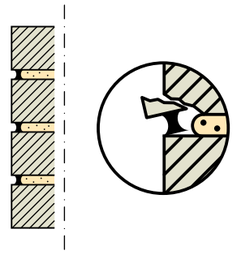


Fig 3.34För hårda och för starka fogar i kombination med mindre hård sten ger risk för skador.

3.1.7 Felaktiga konstruktioner

Avtäckningar

Avtäckningar och takkonstruktioner är ibland felaktigt utförda och leder in vatten i konstruktionen. Det kan röra sig om ursprungligt utförda plåtarbeten eller sådana som tillkommit vid tidigare restaureringar. Det kan vara avsaknad av droppnäsa, eller en felaktigt utformad sådan. En annan förekommande skada är alltför tät kramling av plåtbeslagning av ett tunna listverk så att listen eller droppnäsan bräcks eller kilas av.

Fasadplattor i bruk

Under en period, främst på 1930-40 -talen, monterades fasadbeklädnader med plattor i bruk, vanligen mot en betongstomme med utvändig isolering av lättbetong. Plattorna säkrades ofta med trådar av koppar eller mässing som monterades i hål i plattkanterna och göts in stommen. Denna monteringsmetod har visat sig vara olycklig. Frostsprängningar i bakgjutningsbruket och temperaturrörelser i beklädnaden medför att plattorna lossnar och trådarna går av. Dessa beklädnader har i allmänhet i efterhand säkrats med genomgående, mekaniska förankringar.

Infästningar av skiffertak

Skiffertak spikas vanligen mot underlaget. Skiffern håller i allmänhet mycket länge men tidvis har järnspik använts och dessa rostar sönder. Idag används rostfri, syrafast spik som har mycket lång livslängd.

Genomföringar i skiffertak

Infästning av antenner, genomföringar av kablar etc. utförs ofta felaktigt och är vanliga orsaker till skador på skiffertak. De utförs ofta av personer med bristande kunskaper om skiffertakens konstruktion. Detta kan leda till allvarliga vattenskador.

3.1.8 Felaktig behandling

Blästring

Oförsiktig blästring kan skada ytan.
Se 4.5.3 Lagning och stenbyte, Mekanisk bearbetning.

SERIÖSA AKTÖRER!
Det mycket viktigt att man vänder sig till seriösa och kompetenta aktörer om ett ytskydd ska användas. Det finns gott om icke seriösa och okunniga aktörer på marknaden.

Ytbehandling

Ytbehandling med klotterskydd eller impregnering med vattenavvisande ytskydd (hydrofobering) som utförts på felaktigt sätt kan leda till accelererande skador. Detta är en följd av bristande kunskap om produkterna och deras hantering, stenmaterialet, nedbrytningsmekanismerna och objektets konstruktion. Exempelvis stänger diffusionstäta ytskydd inne fukt som kan orsaka salt- och/eller frostskador. Skydd som är diffusionsöppna (släpper igenom fukt som ånga) riskerar att förvärra saltvittringen, trots att de ”andas”. Inifrån kommande fukt i vätskeform, t.ex. uppsugen markfukt, innehåller vanligen vattenlösliga salter. Den avvisande behandlingen medför att avdunstningen kommer att ligga en bit ovanför ytan, varför saltkristalliseringen där kan komma att förorsaka större skador än utan behandling. Objektets placering och isolering samt stenens kondition är avgörande faktorer att ta hänsyn till.

Fig 3.35 Alltför hård blästring har orsakat skador.

4 RESTAURERING UTVÄNDIGT

4.1 FÖRBEREDANDE ÅTGÄRDER

4.1.1 Dokumentation

Det är viktigt att utföra en noggrann dokumentation under arbetets gång. Detta är ett led i kvalitetskontrollen. Vid framtida arbeten med objektet är informationen av största värde. Det gäller även tolkningen av ett objekt ur historisk eller teknisk synpunkt. Det ska framgå vad som är original och vad som är tillägg, när tilläggen har gjorts. Metoder, material och leverantörer skall redovisas, liksom avvikelser från programmet. I samband med en restaurering ges många möjligheter att dokumentera (fotografier, skisser) även dolda och svåråtkomliga byggnadsdelar.

Restaureringsprogrammet, entreprenörens dokumentation med resultatet av eventuella provtagningar skall arkiveras på säkert sätt. Fotografier före, under och efter restaureringen ska bifogas. Svartvita bilder har god arkivbeständighet och är oftast tillräckliga som dokumentation. Även negativen bör arkiveras. Dokumentationen bör lämnas till ett offentligt arkiv, till exempel närmaste länsmuseum eller Antikvarisk-Topografiska Arkivet på Riksantikvarieämbetet.

Dokumentationsmaterialet sparas vanligen även digitalt. Arkivbeständigheten för detta material är dock osäkert. (Med den snabba teknisk utvecklingen kan det vara svårt att läsa vår tids digitala källor om 50-100 år, om man inte fört över det på senare tiders teknik.)

4.1.2 Mallning och schablontillverkning

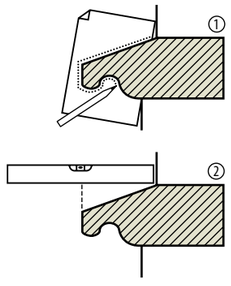


Fig 4.1 Vid mallning av en fasadlist kan fogen sågas upp vertikalt enligt teckningen. Stick in ett papper och rita av profilen. Tekniken kan användas för att snabbt få fram en profilmall av en listtyp för att kunna göra en beställning i så god tid att materialet finns på plats när ställningarna är resta. OBS: Använd vattenpasset för att få rätt vinkel på vågplanet. Tänk på att profilen kan variera från sten till sten, och att man då får hugga ihop stenen på plats.

Ersättningssten ges samma form som den ursprungliga originalstenen. Denna kan ha deformerats genom vind, vittring eller tidigare stenbyte. Mallningen måste därför få ta den tid som behövs för att nå ett gott resultat. Det är viktigt att man har en tät kontakt med antikvariskt kunnig person.

Gamla ritningar kan ge en bild av hur det ser ut bakom stenen. Se även *1.1.9 Klassiska profiler och dekorer*. Det är en fördel om den som ska tillverka kompletterande stendetaljer kan göra ett besök på platsen och bilda sig en helhetsuppfattning. Det är också fördelaktigt om någon detalj kan tas till stenhuggeriet som modell. Under demonteringen ska man vara observant på gamla behuggningsspår. Iakttagelserna förs in i dokumentationen.

Fig 4.2 Vid mallning med profilkam måste man ha klart för sig att den vittrade stenen inte ger rätt profil. Måtten måste justeras till ursprunglig form. Mallprofilen bör godkännas av antikvarisk kontrollant.

4.1.3 Skyddstäckning

I samband med fasadarbeten skall samtliga yrkeskategorier ansvara för att väl täcka in omgivande arbetsytor så att de inte skadas under pågående arbeten.

Skyddstäckning av stenpartier kan ibland vara knepigt. Exempelvis kan det vara murare som skall täcka in sten i anslutning till putsad fasad. Stenkanten som utgör gränsen mot det angränsande materialet måste vara helt ren för att ge fäste åt den kommande täckningen. Täckplast som fästs med tejp fungerar inte alltid väl på alla stensorter. I vissa fall måste det göras i två omgångar med en mindre täckning under. Tejprester kan också fastna på stenen. Plastintäckning som fästs med lim från limpistol har visat sig lyckat många gånger. På visst stenmaterial kan tidningspapper fästas med tapetklister (svag lösning) och därefter tas bort och tvättas med vatten, dock inte alltid utan problem. Sockelstenar kritas eller plastas.

4.1.4 Säkringsåtgärder

Prekonsolidering

Starkt desintegrerade (sandande) partier punktbehandlas, vanligen med kiselsyraester. Vid behov upprepas behandlingen efter föreskriven tidsperiod. Avsikten är att stenen skall bli så hård att den tål kommande behandlingar utan att stenmaterialet går förlorat.

Lagning och limning

Innan arbetet fortskrider identifieras skadade delar som behöver säkras. På strategiska platser ilägges ett särskilt tillrett bruk för att rädda former som annars skulle gå förlorade under arbetets gång. Ambitionen skall vara den, att ingen av de skulpterade formerna eller andra ”vitala delar” av stenytorna skall gå förlorade. Dessa lagningar kan vara temporära, men kan även bli permanenta.
Se 4.4.5 Lagning.

Fig 4.3 Säkring genom injektlimning. Gamla Krematoriet, Örebro.

På täta stensorter som kalksten kan flisor fästas och små sprickor säkras genom injektering med lim. Större delar säkras med dubbar. Porösa stenar punktlimmas då annars risk för att en barriär skapas som förhindrar vattentransporten i materialet.

Ibland kan det vara befogat att plocka isär sprucket material för att sedan sammanfoga de olika delarna och återmontera dem på plats.

Även i fasader är det nödvändigt att säkra löst sittande stenbitar. Delar som av olika anledningar lossnar kan vara förödande för förbipasserande. Bitar som delvis lossnat men fortfarande sitter kvar kan fästas genom injektering med tvåkomponentslim. Om limning ej bedöms vara tillräckligt kan biten säkras med dubbar av icke-korroderande syrafast stål som insättes i hål som borrats genom biten och in i fast underlag. Om möjligt borras hålet snett nedåt, likt en tavelspik, så att stenen ”hänger” på dubben. På så vis kan man undvika att fästa dubben med lim. Limfogar får aldrig ligga i liv med stenytan. Efterlagning hål och i sprickor utförs med stenlagningsbruk. Se 4.5.1 Lagning Lagning med lagningsbruk.

4.2 RENGÖRING

Rengöring samt borttagning av fläckar och klotter behandlas särskilt i *Natursten Skötsel utomhus*. Nedsmutsning från luften avsätter sig på och i

stenytan och visar sig ofta som mörka partier och rinningar. Genom olika processer bildas dessutom avlagringar och beläggningar som är skadliga för stenmaterialet. Rengöringen kan göras för att återge stenen något av dess ursprungliga utseende och/eller för att avlägsna skadliga ämnen.

VIKTIGT!
Anpassa rengöringen till:

– Önskad renhetsgrad
– Stenmaterialet
– Ytbearbetningen
– Stenens kondition
– Smutsens karaktär

Innan rengöringen påbörjas skall sten och beläggningar undersökas så att lämplig metod kan väljas. Olika föroreningar, liksom olika stenmaterial, ställer skilda krav på tillvägagångssätt. Många rengöringsmetoder är direkt eller indirekt skadliga för stenen. För att erhålla önskat resultat är det viktigt att välja inte bara rätt metod utan också rätt entreprenör. Entreprenören skall ha goda kunskaper om såväl rengöringsmetod som stenmaterial. Varje rengöringsmetod måste anpassas till målsättningen och objektet.

Det är vanligt att man väljer olika metoder för olika delar av samma byggnad. Exempelvis kan en metod väljas för slät fasadsten, medan en annan väljs för skulpterade partier. Särskilt vid skulpterade delar är det viktigt att originalytan bevaras intakt. Man får inte glömma att det kommer att utsättas för återkommande rengöring.

Metoder som avlägsnar delar av ytskiktet leder till en gradvis ändring av verkets karaktär och kan inte accepteras. Skador i ytskiktet bidrar till att stenens nedbrytning accelereras.

Vid rengöring kan en obehandlad referensyta sparas som dokumentation.

VIKTIGT!
Tänk på din egen arbetsmiljö och miljön i omgivningen.
Tillse att följande finns tillgängligt på arbetsplatsen:

– Personlig skyddsutrustning i gott skick.
– Säkerhetsdatablad för kemikalier, fakta om använda produkter.
– Aktuella larmnummer i händelse av olycka/utsläpp.

4.2.1 Rengöringsmetoder

Vattenbaserade metoder

Rengöring med rent vatten kan generellt betraktas som *den mest skonsamma metoden*. Det finns dock undantag då vatten inte bör användas. Stora saltmängder i ett stenmaterial kan komma i rörelse och förorsaka skador.

Löst sittande smuts borttages i allmänhet genom vattentvätt och mjuka borstar.

Vatten kan lösa föroreningar, men även rengöra mekaniskt på olika sätt. Ridå-, lågtrycks- och högtryckstvätt samt ångtvätt är exempel på olika vattenbaserade metoder.

Vid *ridåtvätt* rinner en vattenridå utefter fasaden under lång tid, ibland flera månader. I vårt nordiska klimat är det dock problem med att få konstruktionen tillräckligt uttorkad innan frosten kommer.

Lågtryckstvättning utföres mestadels med rent hetvatten.

Vattenånga är en metod som utnyttjar vattnets egenskaper maximalt och på ett skonsamt sätt. Ångan väter ytan väl med hjälp av förhållandevis liten mängd vatten. På skulpterade partier kan ångtvätt vara att föredra.

Högtryckstvätt är den vanligaste vattentvättmetoden i Sverige. Ofta används varmt vatten med tillsats av vätmedel (tensider). Metoden kan närmast ses som mekanisk rengöring. Tryck, temperatur, munstycksavstånd samt arbetsvinkel mot fasaden är de styrbara variablerna. Liksom i de flesta andra fall är arbetsutförandet viktigt för slutresultatet. Tvätt med högtryck skadar vittrade partier på ömtåliga stensorter. Används ej på skulptur.

Ultrarent vatten är teoretiskt mycket effektivt för rengöring. Metoden är ej färdigutvecklad. Forskning och utveckling pågår.

Rengöringsmetoderna kan delas in i:
– Vattenbaserade
– Kemiska
– Mekaniska

Faktaruta 4.4

Kemiska metoder

Fig 4.5 Efter felaktig tvätt med kemikalier har marmorn blivit alltmer brunfärgad. Sundsvallsbanken, Fredsgatan i Stockholm.

Kemiska rengöringsmetoder kräver kunskap om metoderna, stenen och innehållet i beläggningarna för att man ska uppnå ett lyckat resultat.

Med hjälp av *inpackning* med t.ex. lera eller cellstoff är det möjligt att använda svaga kemikalier som på detta sätt ges möjlighet att verka på stenen under önskad tid. Kemikalierna löser och ombildar olika ämnen i beläggningarna och gör det möjligt att sedan tvätta bort dem med vatten och mjuka borstar. Denna metod är lämplig på dekorativa stenpartier.

Fig 4.6 Partiell lerinpackning. Petersénska huset, Munkbron, Stockholm.

Neutrala medel

Organiska lösningsmedel är neutrala kemikalier, som inte förorsakar skador på sten.

I dag finns ett antal kemiska rengöringsmetoder som bygger på s k ”ytaktiva” ämnen. Dessa kräver ofta stor kunskap av användaren för att den lösta smutsen inte ska transporteras in i materialet. Sammansättningen av medlet måste också anpassas till den typ av förorening som skall lösas.

Alkaliska medel

Alkaliska medel riskerar att ge upphov till saltbildning och bör därför användas restriktivt och endast på mycket täta stensorter. Medlen löser sot och fett men även många färger, vilket kan vålla problem. Alkalisk tvätt påbörjas alltid med förvattning och avslutas med riklig sköljning med vatten. Ofta måste ytan neutraliseras med en svag lösning av exempelvis citronsyra. Används ej på kalkbunden sandsten eller skulptur.

Sura medel

Vid syratvätt ska aldrig starka syror som saltsyra och svavelsyra användas. Dessa löser karbonatstenar och inte alltid smutsen. Vid eftersköljning följer smutsen med den upplösta stenytan. Även mycket beständiga silikatstenar, som graniter kan ta skada av starka syror, som initierar rostning av järnmineral i stenen, vilket ger missfärgningar. Se vidare 3.1.1.

Om syratvättning av någon anledning föreskrivs skall svaga, organiska syror användas, som vid kontakt med lösliga mineral, (t ex kalcit), bildar svårlösliga föreningar. Exempel på sådan syra är oxalsyra. Tvättning med sura medel påbörjas alltid med förvattning och avslutas med riklig sköljning med vatten. Metoden används ej på skulptur.

Mekaniska metoder

Blästring

VIKTIGT!
Blästring kräver god materialkänsla och gott omdöme.

Fig 4.7 Lättblästring. S:t Lars kyrkoruin, Visby.

Vid *våtblästring* tillsätts vatten vid munstyckets mynning. Ett vant handlag och ett gott omdöme är nödvändigt för att reglera tryck, avstånd och vinkel mot stenytan på lämpligt sätt för att uppnå optimalt slutresultat.

Den metod som rekommenderas är *våt lättblästring* (mjukblästring), där man använder ett mjukt blästermedel, vanligtvis dolomitmjöl. Märk väl att även denna mer skonsamma blästermetod lätt kan förorsaka skador om den inte utförs på ett professionellt sätt.

Mikroblästring med t ex fin bikarbonat eller aluminiumoxid är en metod som används på skulptur. Metoden är tyvärr för dyrbar/tidskrävande för att användas på större ytor.

Torrblästring kan användas där vatten av olika anledningar anses olämpligt. Dock blir dammet ett stort problem för såväl entreprenör som omgivningen.

Många hårda blästermedel, exempelvis kvarts, stålsand och korund, är direkt olämpliga på sten. De skadar ytorna även på hårda stensorter. Detta gäller även grovt huggna graniter, där kvartskristallernas ytor skadas och stenen förlorar sin lyster

Slipning
Slipning utföres normalt på ytor som tidigare varit slipade. Efter behandling ger stenytan ett rent intryck, men slipning kan ge en materialförlust och bör därför inte användas annat än undantagsvis. Används ej på skulptur.

Laser
I Sverige har rengöring med laser endast prövats i liten skala i byggnadssammanhang. Förenklat går metoden ut på att energin i laserstrålen gör jobbet.

4.2.2 Färgborttagning
Ibland sker borttagning av färg från stenytan. Det kan vara olika typer av färg (plast-, alkyd-, olje-, etc.) som skall avlägsnas. I vissa fall skall även linoljerester extraheras ur ytporerna. Ibland kan ett objekt vara täckt med åtskilliga färglager av olika färgtyper, påförda under olika tidsperioder. Tillräcklig applicerad mängd färgborttagare och tillräckligt lång verkningstid krävs om man ska lyckas i första försöket.

Plastfärg kan borttagas med hjälp av preparat innehållande lösningsmedel i geléform. Vid flera färgskikt krävs flera appliceringar. Värmepistol fungerar ofta bra om det gäller mindre ytor, (dock ej på gips).

Linoljefärg kan förtvålas med alkaliska, förtjockade färgborttagare, som därefter kan avlägsnas genom vattentvätt. Ammoniak i vattenlösning kan användas, och då som inpackning. Efterföljande neutralisering är nödvändig.

Lerinpackning kan även användas vid extrahering av linoljerester som täpper till ytporerna. Lut (kaustik soda) skall inte användas på grund av dess negativa inverkan på stenmaterialet!

4.2.3 Desinficering
Desinfektioinsmedel kan bidra till nedbrytning av stenmaterialet. Efter rengöring kan ytorna vid behov desinficeras med en biocid. Detta för att ta död på sporer som annars snart ger liv åt nya organismer. De partier som varit särskilt angripna bör lämpligen desinficeras en avslutande gång när hela restaureringsarbetet är avslutat.

Det finns inte många preparat att välja på när det gäller desinficering av sten i kulturhistoriskt värdefulla byggnader. De flesta är giftiga för såväl växtlighet som personer.

4.2.4 Klotter och klotterskydd
Se häftet *Natursten, Skötsel utomhus*.

4.3 AVSALTNING
4.3.1 Ytavsaltning
Efter rengöring av porös sten med kemiska metoder är det lämpligt att göra en avsaltning. Rester av rengöringsmedlet och ytliga vattenlösliga salter avlägsnas. Metoden går ut på att stenen väts så att salterna går i lösning varefter stenen kläs in i ett absorberande omslag/kompress. De lösta salterna följer med vattnet ut vid torkning och kristalliserar i kompressen. Behandlingen kan behöva upprepas. Enkel analys av kompressens saltinnehåll talar om när salthalten är tillräckligt låg.

Fig 4.8 Avsaltning. Cellstoff appliceras på stenen. Petersenska huset, Munkbron, Stockholm

4.3.2 Salter i murverk
Salter kan även förekomma i murverk och på djupet i sten. Konstateras skador på grund av salter krävs en fördjupad undersökning som beskriver vilka salter som förekommer samt var de kommer ifrån. Först efter det kan åtgärder föreslås. Åtgärder vid saltskadat murverk kan vara, isolering från fuktkälla, reparation och/eller dimensionering av dränering och avledning av vatten (både i mark och på byggnaden), avsaltning genom offerskikt (vanligtvis specialgjord puts) och elektrolytiska metoder. Det finns situationer där enbart ytlig avsaltning kan vara relevant efter det att stenen isolerats från fuktkällan.

4.4 KONSOLIDERING
4.4.1 Konsolidering av vittrad sten
Icke silikatbunden sandsten vittrar genom att bindemedlet löses upp och sandkornen sandar, så kalllad desintegrering. Att konsolidera (förstärka) sten innebär att man ersätter upplöst, förlorat bindemedel. Det förekommer en rad olika konsolideringsmedel. I Sverige används i allmänhet en kiselsyraester, som genom olika processer bildar kiseldioxid som slutprodukt. Detta kiselgel avsätter sig mellan sandkornen och binder samman dem. Efter avslutad behandling är stenen hård igen. Dock ej lika hård som frisk sten. Den är också porös. Om det anses nödvändigt kan behandlingen upprepas vid senare tillfälle.

Fig 4.9 Konsolidering med kiselsyraester. Riddarhuset, Stockholm

Vid det inledande konserveringsarbetet *prekonsolideras* de mest sandande partierna. För stenskulptur som varit placerad utomhus långa tider är detta mycket sällan tillräckligt. I de fall desintegreringen uppträder på ett begränsat parti, på grund av lokal skada, kan *partiell konsolidering* räcka. Man väljer då ut en lämplig gräns för behandlingen. För att ge stenen så likartade egenskaper som möjligt tillförs objektet konsolideringspreparatet in på djupet till full mättnad, det vill säga tills stenen inte suger åt sig mer vätska, s.k. *"total konsolidering"*. För att detta skall lyckas bör metoden "permanent genomflöde" användas. Det innebär att preparatet tillföres objektet utan avbrott, vått-i-vått, så att luft inte kommer in i kapillärer och därmed hindrar den fortsatta tillförseln. Tillvägagångssättet för detta löses individuellt för varje objekt, beroende på dess utformning. Det är skadegraden hos stenen som avgör hur mycket preparat den behöver – de skadade partierna tar åt sig mer, de friskare mindre.

Vid restaurering av *fasader* och andra stora stenytor är det sällan aktuellt att konsolidera all sten. Enbart porös sandsten som är desintegrerad skall konsolideras.

Felaktig behandling medför risk för skikt- eller skalbildning i stenytan som begränsar fukt- och värmetransport. Risken för kapillärkondens ökar och kan leda till frostskador.

En konserveringskunnig person avgör om konsolidering är lämplig.

Fig 4.10 Sandstensdrake på Lilla Nygatan 2 i Stockholm, före konservering.

Fig 4.11 Samma drake som ovan, efter konservering utan tillägg.

4.5 LAGNING OCH STENBYTE
Efter rengöring och eventuellt konsolidering kan det vara aktuellt att laga och komplettera trasig sten. Vad som skall göras avgörs i restaureringsprogrammet. Se 2.1.3 Restaureringens förutsättningar, *målsättningar och motivering*.

Vid lagning, komplettering och stenbyte skall man sträva efter att resultatet ska bli reparerbart och reversibelt.

4.5.1 Lagning med lagningsbruk

Vad som skall lagas eller bytas avgörs utifrån flera olika aspekter:

- Tekniska
- Estetiska
- Antikvariska
- Ekonomiska
- Säkerhetsmässiga

Faktaruta 4.12

Lagning av skador
Mindre skador lagas i regel med *stenlagningsbruk*. Lagningsbruket anpassas till originalstenen avseende färg, struktur, porositet och hårdhet. Helst även avseende värmeutvidgningskoefficient. . Ballastens kornstorlek är mycket viktig för att lagning ska få

rätt struktur och textur. Infärgning skall ske så att lagningen harmonierar med originalstenen, den får dock aldrig bli mörkare än denna. Alla kompletteringar måste ansluta sig harmoniskt till helheten, samtidigt som de går att skilja från autentiska delar. De skall ha en struktur som stämmer överens med omkringliggande stenytor. En viktig princip är att lagningar inte får vara starkare än originalmaterialet. Lagningen bör vara reversibel och reparerbar.

Rekonstruktion av förlorade skulpterade former kan ske i vissa fall, när originalets utseende finns dokumenterat. Särskilt beslut skall fattas i aktuellt fall. Stora krav ställs på utförandet.

Fig 4.13 Lagning med rekonstruktion av skadat bladverk och listkant. Portal i kalksten, Vidargatan, Stockholm. Foto taget ca tio år efter utförandet.

Porösa sandstenar lagas vanligtvis med bruk där hydraulisk kalk eller cement används som bindemedel. Ballasten utgöres av krossmaterial där de finaste kornen siktas bort för att massan skall få en porositet som överensstämmer med stenen. För att erhålla önskad kulör skall ljus- och kalkäkta pigment användas.

Fig 4.14 Lagning av hål och ytbearbetning som liknar befintlig sten. Storgatan, Stockholm.

Täta stensorter, som hård kalksten, marmor och granit, kan lagas med stenmjöl blandat antingen som mineraliskt bruk eller med härdplast (polyester, epoxi) som bindemedel. Liksom andra material påverkas härdplaster av fukt och temperaturförhållanden. Svällningar och krympningar kan leda till nya skador. Lagningar av denna typ blir vanligen täta, varför det är viktigt att fukt inte stängs in bakom lagningen.

Större lagningar kräver ofta *armering* i form av nät eller stift av icke korroderande syrafritt stål. Lagningar över stora ytor bör undvikas. Det är ofta bättre att komplettera med ny sten i sådana fall.

Lagning av sprickor

Sprickor förekommer ofta i stenmaterialet i äldre byggnader av olika orsaker. Se *3.1. Skadeanalys*.

Innan arbetet påbörjas bör man ha kartlagt orsaken till sprickbildningens uppkomst. Det kan vara nödvändigt att först åtgärda orsaken till sprickbildningen för att trygga byggnadens fortbestånd. Där fortsatt rörelse är att vänta bör sprickor lagas med material som inte förvärrar skadorna.

Vanligtvis lagas sprickor i *skulptur* och *dekor* med samma lagningsmaterial som vid lagning av skador.

Vid lagning av sprickor i *murverk* tas hänsyn till deras belägenhet. Gäller det *sättningssprickor* som fortfarande är aktiva kan man använda ett något svagare lagningsbruk som ger efter för spänningarna för att på så sätt undvika att bruket förorsakar större skador i stenmaterialet. Där det finns risk för *vatteninträngning* kan sprickan tätas med härdplast. Denna får dock aldrig komma upp i ytan, utan den halvstelnade massan avlägsnas en bit ner i sprickan. Elastisk fogmassa kan också användas och det plastaktiga intrycket elimineras genom att ytan beströs med sand i stenens kulör innan den härdat. I övriga fall utförs lagningen så att fukttransport inte förhindras.

Sprickor bör normalt inte huggas upp, då detta ofta skadar stenen mer än vad nyttan är av en lagning.

4.5.2 Mekanisk ytbearbetning

Ett stenblock med vittring över stora delar av ytan, men som för övrigt är av god kvalitet, byter man inte gärna ut mot ny sten. Det är inte heller lämpligt att utföra tunna lagningar över större ytor. En lösning kan då vara försiktig ytbearbetning. Denna kan utföras genom *slipning* och/eller *behuggning* ner till frisk jämn yta. Den ”nya” ytan skall anpassas till omkringliggande ytors struktur. Stenens placering kan omöjliggöra åtkomst på hela den yta som behöver åtgärdas beroende på att många stendetaljer är bearbetade före montering. I vissa fall kan behuggen sten lägesjusteras i liv.

All mekanisk bearbetning medför en förändring av stenens form och den beror på skadans omfattning och djup. En bedömning skall göras. Om en bearbetning bedöms påverka stenens konstnärliga utformning skall den inte utföras. Slipning och behuggning är inte lämpade metoder för skulptur.

4.5.3 Stenbyte

När en *mindre stenbit* fälles in i originalstenen kan det röra sig om en bit av en skadad list, ett hörn som slagits av eller ytskiktet på en mursten som skall kompletteras. *Murstenar och listverk* ingår vanligen i den bärande konstruktionen. När dessa byts mot nya stenblock måste hänsyn tas till murens stabilitet så att inte sättningar uppkommer. Fristående *byggdetaljer* som balustrader och liknande är utsatta för kraftig nedbrytning. Dessutom är de ofta tillverkade av stensorter som är lätta att bearbeta och därmed även känsliga för påverkan av olika nedbrytningsfaktorer. Mindre skador lagas vanligen genom infällning av stenbit medan man byter hela stendetaljer som dockor, över- och underliggare när skadorna är omfattande.

När restaureringsarbetet påbörjas kan det visa sig att stenen är mer skadad än vad som förutsattes vid projekteringen. Det kan då bli nödvändigt att byta mer än vad som framgick i det ursprungliga programmet.

Stenbytet kan ha olika omfattning

- Mindre stenbit som fälls in i originalstenen, s.k. ilusning
- Större del i listverk, murverk eller liknande
- Hel byggnadsdetalj som balusterdocka, volut, etc.

Faktaruta4.15.

Demontering

När ställningen är rest kan en djupare analys av vilka delar som är föremål för stenbyte göras. I detta läge vidtar även mallningsarbetet. Se *4.1.2 Mallning och schablontillverkning.*

Innan arbetet med demontering påbörjas är det viktigt att skydda delar som inte skall åtgärdas. Det är också viktigt att dokumentera befintliga förhållanden som uppbyggnad, behuggning, färg och utseende på fog.

Mindre stenbit som fälls in i originalstenen

Stenens skadade delar avlägsnas in till frisk sten och ytorna rengörs. Urtaget anpassas så att den infällda delen får gott upplag och så att fogarna/efterlagningarna inte utsätts för onödig vattenbelastning. Raka snittytor underlättar tillpassningen av den stenbit som ska fällas in.

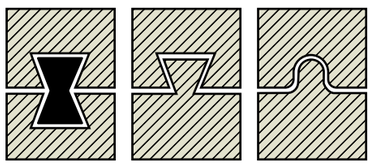


Fig 4.16 Olika former av stenlås för att sammanfoga stendetaljer.

Fig 4.17 Byte av sten på Nordiska museet, Stockholm. Murverket på gavelröste efter demontering av en skadad volut.

Fig 4.18 Den nyhuggna voluten och del av nytt krön inne på verkstaden.

Fig 4.19 De nyhuggna delarna har monterats och tandhuggits på plats i likhet med den ursprungliga.

Större del i listverk, murverk eller liknande
Beroende på omständigheterna kan det vara nödvändigt att demontera och stämpa(avlasta) i etapper. Stenen lösgörs i fogarna. Diamantklinga, mejsel och liknande kan vara lämpliga verktyg. Vid all demontering skall försiktighet iakttas så att inte ytterligare skador uppstår på omkringliggande sten och murverk. Vid demonteringen dokumenteras murverkets kondition, konstruktion, stenens infästningar, stenhuggarmärken och andra värdefulla iakttagelser. Ibland kan detaljer behöva demonteras hela för transport till stenhuggeri som jämförelsematerial vid nytillverkning. I andra fall kan det vara lämpligt att dela upp den sten som ska lösgöras i mindre delar för att underlätta demonteringen.

Hel byggnadsdetalj som balusterdocka, volut, etc
Om detaljen ingår i murverk eller liknande går man tillväga enl ovan *(Större del i listverk, murverk eller liknande)*. Fristående detaljer som balustrader och liknande kan vanligen lyftas isär sedan man kapat dubbar, kramlor och liknande sammanfogningar. Det krävs dock stor försiktighet för att inte orsaka ytterligare skador. Om man lyfter snett kan brytningar orsaka sprickbildningar och utspjälkningar.

Montering

Mindre stenbit som fälls in i originalstenen
Stenbiten som ska fällas in anpassas till urtaget i originalstenen. Den fästs med härdplastlim och dubbar av syrafast, rostfritt stål i dimensioner och antal anpassade till stenbitens storlek. Vanligen är dubbarna 3-6 mm i diameter och går in 50-70 mm i stenen. Dubbarna insätts snett uppåt i kompletteringsbiten så att den hänger kvar av egen kraft om limfogen släpper. Limmet får aldrig komma ut på stenytan. Vid porösa stensorter utförs limningen punktvis för att inte förhindra fuktvandringen. Kompletterande lagning med lagningsbruk krävs vanligen för att man ska få en god anslutning mot den befintliga stenytan. Denna utförs enl *Lagning med lagningsbruk* ovan. Den infällda stenbiten behöver ofta justeras för att passa in i originalstenen.

Större del i listverk, murverk eller liknande
Tänk på att listverk och murstenar vanligen ingår i den bärande konstruktionen. Anpassa därför djupet på den nya stenen så att stabiliteten i konstruktionen inte äventyras. Kompletteringen med ny sten görs vanligen till minst 60 mm djup in i konstruktionen. Djupet anpassas efter den utbytta stenens storlek och form. Utspringande delar fälls ofta in lika djupt som de springer utanför fasaden. Fogsidor på nyhuggna stenar ska ytbearbetas så att de får en yta som ger god vidhäftning mot bruket. Montering av sand- och kalkstensdetaljer bör ske i kalkbruk, hydrauliskt kalkbruk eller annat originalmaterial. Den inmurade stenen bakmuras så att konstruktionen kan uppta aktuell belastning i murverket. Ny sten måste fästas i frisk sten eller annat stabilt underlag. Ytor på den infällda stenen som ska ha vidhäftning mot bruk bör grovbearbetas. Hål efter dubbar och kramlor lagas med lagningsbruk anpassat till stensorten.

Hel byggnadsdetalj som balusterdocka, volut, etc
Hela byggnadsdetaljer återmonteras på samma sätt som de ursprungligen monterades. Infästningar av järn utbyts, där detta är möjligt, av anordningar i syrafast, rostfritt stål, som fästs med härdplast i hål som är några millimeter grövre än dubben. Kvarsittande järn friläggs, rengörs och rostskyddas så långt som möjligt. Runt sådana järn fylls om möjligt med eftergivligt material, som bly eller liknande.

Montering av sand- och kalkstensdetaljer bör ske i kalkbruk, hydrauliskt kalkbruk eller annat originalmaterial.

Stenhuggarmärken
Vid särskilt kulturhistoriskt intressanta byggnader eller monument ska tilläggen märkas permanent. Detta kan ske i form av ingravering av ”stenhuggarmärke”, som anger årtal och initialer. Märkningen ska utföras på skymda ytor. Den kan utgöra värdefull historisk dokumentation i en framtid när arkiven kanske inte längre finns kvar.

Fig 4.20 Mats Johansson Dalby Stenhuggeri, har satt sitt märke på en utbytt sten. På den gamla stenen ovanför skymtar ett äldre stenhuggarmärke.

4.5.4 Ersättningssten
Vid komplettering med ny sten skall ersättningssten vara av samma slag som originalet och helst från samma stenbrott. Om detta ej är möjligt bör sten med liknande sammansättning och tekniska egenskaper användas. För majoriteten av de kalkstenar, marmorsorter och graniter som brutits i Sverige finns inhemsk ersättningssten med fullt acceptabel likhet beträffande kulör, textur och tekniska egenskaper. Situationen är svårare för de finkorniga sandstenarna, det vill säga de övervägande röda (Öved) rödgrå till gulaktiga (Roslagen) finkorniga och de gulaktiga (Lemunda). Med Gotlandssandsten är det ännu inte något problem.

För att uppnå fullgott resultat vid stenbyte måste val av ny sten ske efter noggrann granskning av sten i brottet. För kulör och texturjämförelse måste en färsk brottyta studeras, detta gäller såväl ny som gammal sten. Ny sten kan upplevas som kraftigt avvikande i kulör gentemot den äldre, smutsade och vittrade stenen. Att byta ut vittrad och på annat sätt skadad äldre sten med nyhuggen sten är historiskt sett den vanligaste restaureringsmetoden. Skillnaderna i kulör och struktur jämnar dock ut sig efter hand - sten skall tänkas i långt perspektiv!

Stenmaterial för komplettering bör genomgå kvalitetskontroll så att man är säker på att det har rätt egenskaper. Att växla karbonatbunden sandsten med kvartsbunden kan t ex orsaka problem. Stenen ska sorteras så att ”rätt sten” får ”rätt användning”. Den ska även vara fri från föroreningar och s k lerklov. Stenen ska användas på rätt ledd, d v s med klovytan horisontellt, om möjligt. När det gäller kalksten skall alltid kärnsten av god kvalitet väljas. Om detaljen är tjockare än den aktuella stenens kärna så byggs den upp av flera kärnstensbitar som sammanfogas med lim och dubbar.

Ythuggning och struktur skall anpassas till befintlig. Gamla ytbearbetningstekniker som låger- och tandhuggning är oerhört viktiga för helhetsintrycket. Vissa iakttagelser tyder dock på att felaktigt utförda behuggningar i vissa fall kan skapa spänning i ytskiktet och ge upphov till tunna sprickor.

4.5.5 Plattfasader
Stenfasader av plattor som monterats med bruk mot betongstomme, och som säkrats med trådkramlor av koppar har vanligen lossnat. Från 1940-talet och framåt har de flesta av dessa fasader säkrats. I början användes vanligen rostfria brickor som monterades synligt utanpå fasaden och fästes in i stommen med rostfria bultar. Från 1970-talet och framåt har man oftast säkrat beklädnaden genom att borra hål från plattornas utsida, genom stenen och bakgjutningsbruket in i betongstommen. Hålen borras i ca 45 graders vinkel uppifrån och ner. Hålen fylls med härdplast, och rostfria dubbar som slutar ca 5 mm innanför stenytan, monteras i hålen. Stenytan lagas med lagningsmassa av härdplast och stenmjöl i samma kulör som stenen. Lagningen bearbetas till samma yta som omkringliggande sten. Vanligen monteras 4 dubbar per platta. Dubbarnas diameter och ingjutningslängden i betongen anpassas till stenplattans vikt och avståndet mellan stommen och stenen.

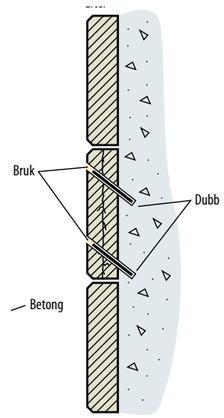


Fig 4.21 Principskiss för säkring av spjälkad platta med snedställda dubbr.

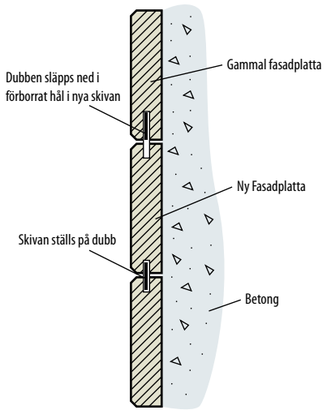


Fig 4.22 Principskiss för hur trasig platta som ersätts med ny och dubbas i över- och underkant.

4.5.6 Avslutande åtgärder
Slutrengöring
I samband med slutrengöring bör samtliga horisontella ytor noggrant borstas/dammas av. Om så ej sker kommer fula rinningar snart att uppstå på underliggande ytor (sten, tegel, puts).

4.6 SKYDDSBEHANDLING
4.6.1 Hydrofobering
Porösa stensorter, som porös, kalcitbunden sandsten, kan skyddas med *hydrofobering*, som gör stenytan vattenavvisande, hydrofob. Dagens preparat är vanligen kiselföreningar (siloxaner, silaner) med uppgift att hindra vatten i flytande form att komma in i den porösa stenen, samtidigt som transport av vatten i ångform tillåts passera inifrån

och ut. Impregnering bör göras på djupet (40-60 mm) då det ger ett bättre skydd om ytan utsätts för skador.

Med fördel kan en hydrofobering ske av en skulptur efter en *färdigställd fullgod konservering* om den är fristående och/eller isolerad från mur och mark.

Om stenen innehåller salter är risken stor att skador uppkommer. I ett murverk finns det nästan alltid fukttransport från den varma insidan mot den kallare ytan. Salter i vattenlösning migrerar fram till det impregnerade skiktet. I denna zon avdunstar vattnet och passerar impregneringen i ångform medan salterna blir kvar och kristalliserar med sprängkraft som kan förorsaka skador i materialet och få ytskiktet att lossna.

Behandling bör inte utföras partiellt, då stenen med tiden kommer att skadas på gränsen mellan behandlad och obehandlad sten. Är objektet dåligt isolerat och fukt från exempelvis grunden stiger upp kapillärt i stenen, kan en hydrofobering ske först efter det att en fuktisolering har utförts. Impregneringen kan ej brygga över sprickor och skador. Det är därför viktigt att det görs en sprick- och skadeinventering före impregneringen och att sådana skador åtgärdas.

I många fall används hydrofoberingspreparat urskiljningslöst som en rutinåtgärd, vilket är förkastligt. Vissa fasadrengöringsfirmor säljer hela program i vilka hydrofobering ingår, oavsett vilka material och förutsättningar som finns i fasaden. I stället bör man noggrant överväga vilka ytor som ska behandlas och hur.

En del preparat genomgår ett åldrande som kan leda till missfärgning och nya besvärande ytegenskaper i stenen. Metoden är inte reversibel, men produkterna påverkas av bl a luftföroreningar och bryts ned med tiden.

Det är mycket svårt att välja ”rätt” produkt och framför allt att avgöra vilka partier som skall behandlas och vilka som inte bör åtgärdas. Detta beslut överlämnas till experter.

Hydrofobering bör ej användas på kulturhistoriskt värdefulla byggnader utan att antikvariska överväganden har gjorts

4.6.2 Vaxning

Tät kalksten och marmor som en gång varit finslipad kan avslutas med vaxning. Stenytorna behandlas då med syntetiskt mikrokristallint vax, som är ofärgat och har hög smältpunkt (80° C). Till skillnad från bivax gulnar inte och smutsas inte det mikrokristallina lika lätt. Vaxet påförs löst i vätske- eller pastaform. Det kan därefter poleras eller värmas in i stenytan . Samtidigt som stenytorna genom vaxet får ett gott skydd mot vatten, luftföroreningar och klotter återfår stenen även sin originalfärg.

4.6.3 Offerskikt

Ett offerskikt utgörs vanligen av ett *kalkbruk* eller en *kalkslamning* på stenytan. Avsikten är att det påförda skiktet skall förbrukas av luftföroreningar och på så sätt skydda den underliggande stenen. När det med tiden smutsats, krackelerat och flagnat skall det tas bort och ersättas med ett nytt. Emellertid ger offerskiktet vanligtvis objektet en för stenen okaraktäristiskt och oestetiskt utseende, varför det sällan används.

Kalkfärg utgör också ett offerskikt av mer estetisk karaktär. Se Målning nedan.

4.6.4 Målning

Fig 4.23 Provtagning på sandsten som bemålats. Stenen är i dåligt skick, med resultat att den vittrat under färgskiktet.

Stenytan kan bemålas om man vid antikvarisk och teknisk bedömning anser detta riktigt. Underlaget skall vara stabilt och fritt från vattenlösliga salter. För att objektet skall vara till sin fördel bör även skador lagas på sätt som ger ett ”helt” intryck. Att ge en slutfinish med färg i öppna skador och sårigheter ger ett ofullständigt och förhastat intryck.

Görs bemålningen med *kalkfärg* kan det ses som ett offerskikt (se Offerskikt ovan). Fabriksblandad kalkfärg med jordpigment eller hydraulisk kalkfärg används. När färgskiktet efter några år börjar nötas bort på utsatta ytor är det lätt att rengöra och bättra dessa partier.

Linoljefärgsmålning på sandsten ger ett skydd mot vatten så länge färgskiktet är intakt. Märk väl att linoljan exponerad för sol, vind och vatten oxiderar, styvnar och spricker upp för att så

småningom flagna. Vatten tränger in och kan förorsaka salt- och frostskador. Linoljefärgsskikt måste underhållas med jämna intervall för att funktionen ska bibehållas.

Det förekommer att man åter börjat linoljefärgsmåla sandsten på äldre byggnader som stått utan färg i flera decennier. Från antikvarisk och byggnadshistorisk synpunkt kan detta vara korrekt. Från konserveringsteknisk synpunkt däremot är det mycket riskabelt att täcka en porös stenyta där originalfärgen borttagits, kanske med lut, och därefter varit exponerad för väder och vind ett flertal decennier

Äldre objekt som målats med linoljefärg när stenen var ny och färgskiktet därefter underhållits kontinuerligt bör fortsättningsvis behandlas på traditionellt sätt.

4.7 BYGGNADSTEKNISKA ÅTGÄRDER

4.7.1 Bruk och fogning

Fogarna mellan stenblocken har olika funktioner. De ska överföra laster mellan olika bärande delar men samtidigt kunna ta upp och fördela rörelser i stommen. De ska hindra vatten från att rinna in i konstruktionen och orsaka skador men ska samtidigt kunna släppa ut fukt inifrån huset.

Det finns ingen universallösning som uppfyller alla dessa krav i alla sammanhang. Vid restaurering måste därför varje fog utformas med hänsyn till den funktion som den antas ha i byggnaden. Grundprincipen är att fogar som är utsatta för vattenbelastning, exempelvis vertikalfogar i ovansidan på utspringande lister och solbänkar, utförs så täta som möjligt medan övriga fogar görs vattengenomsläppliga. Materialet i fogen får aldrig vara hårdare än stenen. Risk finns då att stenen spjälkas sönder vid rörelser i stommen.

Fogar som är utsatta för rörelser och där en tät konstruktion krävs utföres vanligen med elastisk fogmassa. Det är viktigt att fogkanterna är torra och rena när massan anbringas så att god vidhäftning erhålles. För att efterlikna brukfogens utseende strös sand på massan innan den härdar. Sandens kulör väljes så att den stämmer överens med övriga fogar.

Vid trappor där risk för söndertrampning av elastiska massor finns väljes en annan lösning. Om stegen är av granit eller annan hård bergart fylles fogen med cementbruk med plasttillsats. Plastens uppgift är att göra bruket tätare och mindre sprött samt att förbättra vidhäftningen.

Genomsläppliga fogar i sand- och kalksten utföres med kalkbruk eller hydrauliskt kalkbruk. Vid graniter och liknande bergarter har det visat sig vara svårt att få kalkbruk att hårdna, särskilt om murverket är fuktigt. Genomsläppliga fogar utföres i sådana fall med ensgraderat cementbruk. Det finkornigaste materialet i ballasten siktas då bort. Av resterande enkorniga material, kornstorlek t ex 0.5 - 2 mm, blandas ett relativt magert och torrt cementbruk. (C 100/400). Det är viktigt att inte porerna täpps till av för mycket cement.

I allmänhet är det endast fogarna i murverkets yta, till några centimeters djup, som är skadat och behöver kompletteras. Skadad fog bör ersättas till minst dubbla fogbredden. Vid djupare skador måste hänsyn även tas till fogens bärande roll i konstruktionen.

Vid tillverkning av fogbruk bör aldrig den maximala kornstorleken överskrida en tredjedel av fogbredden.

4.7.2 Järn och andra material

Till byggnadstekniska åtgärder kan vi räkna behandlingen av rostande järn i sten. Som tidigare sagts orsakar järn som är infällda i sten ofta rostsprängningar.

Fästen för räcken, gångjärn, fönstergaller och liknande kan i allmänhet bytas mot liknande av rostfritt stål liksom sammanfogningsdubbar i barriärer o dyl. I många fall sitter järnfästen kvar utan att de längre har någon funktion. Dessa kan helt avlägsnas.

Korroderande järn (klamrar, bultar), som av olika anledningar inte kan tas bort ur objektet, måste behandlas. Lösa korrosionsprodukter avlägsnas noggrant. Järnet frilägges så långt som möjligt och behandlas med korrosionshämmande medel och skyddsmålas.

4.7.3 Kvarlämnade träkilar

När gamla murverk byggdes användes träkilar för att kila upp stenblocken till sin rätta position. Ofta lämnades kilarna kvar även sedan muren stabiliserats med bruk. I ett uttorkat murverk kan kilarna sitta i hundratals år utan att göra skada. Om fukt tränger in finns det dock risk för att kilarna sväller och orsakar skador, ibland i kombination med frostskador i murverket. Om byggnadens löpande underhåll hade fungerat så skulle man kanske kunnat hålla murverket torrt och därmed undvikit skador. Tag inte bort träkilar om de inte orsakar skador.

4.7.4 Avtäckning, tätning och inklädnader

Till byggnadstekniska åtgärder kan också räknas plåtavtäckning och permanenta eller temporära inbyggnader. Att täcka stenlister, gesimser, gavlar, skulpturer m m med koppar-, järn-, zink- eller blyplåt har både för- och nackdelar. Vid plåtavtäckning ställs stora krav på framför allt infästning. Fel utformad plåt och infästning leder ofta till nya, allvarligare skador. Man ser som exempel hur plåtar som spikas över en droppnäsa perforerar och bräcker stenen. Plåtavtäckning kan i vissa fall leda till vattenkoncentration på annat ställe med frost

och/eller saltskador som följd. Val av plåtmaterial är inte bara en kulturhistorisk, antikvarisk fråga. Tunn, fladdrig plåt av järn eller koppar kan pumpa in vatten under avtäckningen som en membranpump. Järn och koppar missfärgar också fasaden. Blyplåt eller förtennad koppar har bättre egenskaper. Blyplåt är även mycket formbar och lämpar sig på mycket skulpterade ytor. Stenkunnig person bör konsulteras vid avtäckning av stendetaljer på skulptur och fasader.

Permanenta och temporära inbyggnader diskuteras allt oftare. Viljan att skydda sten mot aggressiva gaser och surt regn ökar med bättre information. Att utforma dessa inbyggnader eller skydd, och dessutom att välja lämpligt material, är mycket svårt och idag existerar ingen god generell lösning. Varje objekt måste undersökas separat.

Fig 4.24 Avtäckning med kopparplåt på gesims, Stortorget i Stockholm.

4.8 UNDERHÅLL

4.8.1 Återkommande rengöring

VIKTIGT!
Regelbunden översyn skjuter upp framtida restaurering.

För utförligare information om underhåll, se *Natursten, Skötsel utomhus.*
Fasader och skulpturer smutsas ned mycket snabbt i vissa starkt förorenade områden. Biltrafik, industrier, lokala och regionala värme- och kraftverk släpper inte bara ut föroreningar i gasform, utan även en stor del olika partiklar. Nedsmutsning i denna form kan, vid trånga och regnskuggade partier, på sikt bygga upp krustor i samband med gipsbildning. Dessa krustor leder till nedbrytning av kalkbunden, porös sten.

Även granit löper viss risk att på sikt brytas ned i starkt förorenad miljö. Intervallerna i rengöringen bör anpassas till graden av nedsmutsning och stenens egenskaper och ytbearbetning. En återkommande rengöring är att föredra, och bör göras medan smutshinnan fortfarande är lättlöst och ytlig. Ofta räcker det med vatten och vätmedel i dessa underhållstvättar. Butiksfasader med t ex polerad granit kan lämpligen rengöras någon gång per år i samband med fönstertvättning.

Stearin och sot från marschaller och ljus, liksom målarfärg, oljor, fett etc. är idag mycket vanligt på trappor och fasader. Dessa föroreningar är i allmänhet mycket svåra att avlägsna. Ett bättre medvetande om detta hos allmänheten kanske skulle leda till större försiktighet.

Att tvätta bort färg, fett m.m. kräver oftast att man provar lösligheten innan arbetet påbörjas i större omfattning. Ofta måste man tvätta en större yta, åtminstone från ”fog till fog”, då den rengjorda ytan kan bli ljusare än omgivningen.

4.8.2 Förebyggande konservering

Förebyggande konservering innebär utförande av mindre underhållsåtgärder. Ett objekt där skador börjat visa sig i mindre skala, men som för övrigt är i ett förhållandevis gott skick, kan åtgärdas enbart genom några få utvalda ingrepp.

Också ett objekt som har genomgått en fullständig konservering, kräver därefter en regelbunden (exempelvis vart femte år) översyn med eventuella åtgärder som följd. Detta glöms tyvärr alltför ofta bort. Det kan vara en fog som behöver fyllas, en lagning som måste bytas ut, en rensköljning av objektet, allt för att förhindra att nya skador och beläggningar skapas. Om konserveringsarbetet med exempelvis en portal tog 2-3 månader, kan underhållsåtgärderna oftast utföras på mindre än en vecka. På lång sikt lönar det sig med regelbundet underhåll.

4.8.3 Regelbunden översyn

Som en del av slutdokumentationen som överlämnas till beställaren bör en drift- och skötselinstruktion ingå. Entreprenören kan vara behjälplig med ett kontrollschema över punkter som skall/bör kontrolleras med olika intervall. Säkrade detaljer bör noga markeras på ritning och vara föremål för regelbundna kontroller.

Exempel på kontrollschema för löpande underhåll

Åtgärd	År1	år 2	år 3	år 4	år 5
Kontroll/rensning av hängrännor 2 ggr/år	x	x	x	x	x
Trappfogar	x	x	x	x	x
Fogar i fasad			x		x
Säkrade stenar	x		x		x
Kontroll/bedömning av rengöringsbehov					x

Tabell 4.25

5 TAK AV STEN

5.1 PRODUKTION OCH ANVÄNDNING

Sten som taktäckningsmaterial har använts under flera århundraden. Olika bergarter har förekommit för ändamålet, främst skiffer och kalksten. Flistak av kalksten, och ibland sandsten, var vanliga på Gotland och Öland. På södra Gotland lades flistak på så gott som alla bostadshus under slutet av 1700-talet. Läggningen varierade med vildhällar på vissa orter och formathuggen sten på andra.

Fig 5.1 Flistak Gotland

Den vanligaste takstenen i Sverige är skiffer. De äldsta beläggen för skiffertak i Sverige är från slutet av 1700-talet, då man började brytning av skiffer i stor skala. Brytningen skedde på flera platser, men de tre områden som haft störst produktion var Glava i Värmland, Kroppefjällsmassivet i Dalsland och Grythyttan i Bergsslagen. Skifferbrotten i Dalsland var relativt svårbearbetade varför verksamheten lades ned redan kring sekelskiftet 1800/1900. I Glava och Grythyttan producerades skiffertak fram till 1970-talet.

I de områden där takskiffer bröts fick produkten stor spridning. Materialet lades på såväl bostadshus som dass och ladugårdsbyggnader. I landet i övrigt var det under 1800-talet först och främst stora påkostade byggnader som kyrkor, järnvägsstationer och andra monumentala byggnader som försågs med skiffertak. Sekelskiftets vurm för det äkta materialet medförde dock att allt fler arkitekter och byggherrar efterfrågade skiffertak. Skiffertaket benämndes bland annat ”kronan på verket” och estetiskt mönsterlagda tak med olika sorters skiffer av varierad kulör var vanligt förekommande. Grythyttans svarta lerskiffer lades ofta i mönster med Glavas ljusa glimmerskiffer, men mönsterläggning med skiffer av andra kulörer förekom. (Se bilden nedan av Lysekils kyrka.) Taksten i röda, gröna och bruna färgtoner importerades från Europa och i vissa fall även Nordamerika. Under 1900-talet var det dock övervägande norsk skiffer som importerades.

Fig 5.2 Lysekils kyrka, uppförd 1899-1901, fick en exteriör helt i granit. Taket belades med svart Grythytteskiffer och med mönster av ljusare Glavaskiffer.

5.1.1 Läggningsteknik

I Sverige har man lagt skiffertak efter två olika metoder. Antingen dubbeltäckning eller trelagstäckning med rektangulära plattor, som är den vanligast förekommande, eller enkeltäckning med kvadratiska plattor.

Även skiffertak med sexkantigt s.k. schablonskiffer eller oregelbundna plattor av varierande dimensioner förekommer. På enkla mindre hus kan det förekomma stora oregelbundna kluvna (ej huggna) skifferplattor som hålls på plats av sin egen tyngd.

Genom att på ett enkelt sätt hugga plattans nederkant spetsig, rund eller genom att fasa av båda sidorna kunde taktäckningarna varieras gestaltningsmässigt. Ibland kan plattformaten variera på ett och samma tak med de största plattorna lagda vid underkanten och de mindre upp mot taknocken. Enkeltäckta tak är ofta lagda diagonalt med avkapade hörn för att få överlappning. Tidigare var det vanligt att plattorna spikades direkt på tjockt brädtak, ibland tätat med näver eller stickspån. Senare blev råspont med underlagspapp en allt vanligare konstruktion. Skiffertak kan även spikas på läkt likt tegeltak.

Traditionellt spikades Glavaskiffer och Dalslandsskiffer fast i hak (hack i kanten) medan Grythytteskiffer spikades i hål. Detta berodde på skifferarternas olika egenskaper.

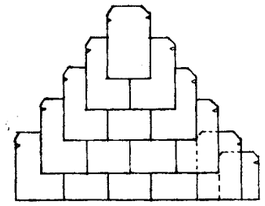


Fig 5.3 Den vanligast formen på takskiffer är rektangulär med rak nederkant. Här lagda med dubbeltäckning och spikade i hak.

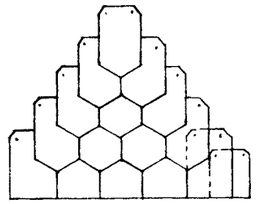


Fig 5.4 Rektangulära plattor med spetshuggen nederkant, lagda i bikakemönster och spikade i hål.

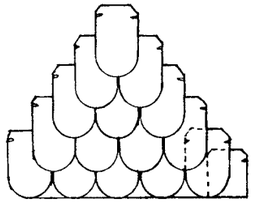


Fig 5.5 Rektangulära plattor med rundad nederkant, och spikade i hak.

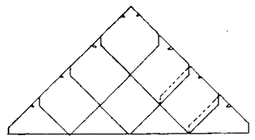


Fig 5.6 Fyrkantsskiffer (kvadratisk platta) läggs diagonalt och med avkapade sidohörn för att få överlappning. Över spik och hak ligger plattorna i två lager.

Skiffer spikades med smidd spik, ofta förtennad eller galvaniserad. Från slutet av 1800-talet användes även kopparspik. I sällsynta fall har plattorna fästs med trä- eller gjutjärnsdubb. Numera används främst syrafast skifferspik. Skifferspik skall alltid ha ett kraftigt huvud för att inte nöta sig ner genom plattan.

Ränndalar utfördes nästan alltid i zinkplåt. Nockar utfördes antingen av plåt eller lades med plattor med överskjutande kanter. Vid takfot lades antingen en fotplåt eller så fick plattorna rå ut en bit över kanten. I skifferdistrikten användes skiffer till alla avtäckningar, även skorstenar och takluckor.

5.2 SKADEORSAKER

Under årens lopp har många skiffertak misshandlats. Ett vanligt fel är att skiffern monterats med spikar av vanligt, eller eventuellt galvaniserat järn. Dessa har inte tillnärmelsevis samma livslängd som skiffern. Förr eller senare rostar de alltså av och plattorna lossnar.

Det förekommer även att takkonstruktionen är felaktigt utförd så att kondens bildas under plattorna, varvid underlaget fuktskadas och ofta ruttnar. Detta är särskilt vanligt då man i efterhand har inrett vindsvåningar.

Ibland monterar andra yrkeskategorier snöräcken, åskledare och TV-antenner på taken och gör då felaktiga infästningar och genomföringar som medför att skiffertaket blir otätt.

I vissa fall försöker man också säkra plattor som kanske har lossnat p.g.a. rostande spik, genom att borra hål och sätta spik rakt igenom plattan. Genom temperaturrörelserna blir det förr eller senare otätt och då kan skadorna på underliggande konstruktion bli omfattande.

Problemet med skiffer som takmaterial är att materialet i sig är så starkt och tåligt det kan finnas brister i undertaket innanför en till synes felfri yta. Det är därför viktigt att skiffertaken besiktigas regelbundet av sakkunnig person. Om taket inte håller tätt så kan ju andra reparationer vara förgäves. Från vinden kan man konstatera om det finns rötskador i takstolar eller panel. Besiktningen av yttertaket kan göras med hjälp av tubkikare och från takfönster.

5.3 UNDERHÅLL OCH RESTAURERING

5.3.1 Förundersökning och projektering

När det är aktuellt att restaurera ett skiffertak är processen densamma som för fastigheter i övrigt; se 2.1 Restaureringens förutsättningar.

Valet av material och metod påverkar alltid byggnadens antikvariska värde. Litteratur, äldre fotografier och arkiv kan ge upplysningar om takets ursprungliga utseende och förändringar.

Det kan vara svårt att få fram exakt vilket skifferbrott som ett skiffertak kommer från, undantaget skiffertaken från Grythytte skifferverk. Där finns en särskild förteckning över de flesta takentreprenader som utförts med Grythytteskiffer sedan 1880-talet. Förundersökningen ska också innehålla en dokumentation av det befintliga taket: plattornas indelning, eventuella mönster, infästning i underlaget, detaljbeskrivningar av plåt och annat material, underliggande takkonstruktion.

Åtgärdsprogrammet ska innehålla skadebeskrivning, kvalitet på material och mängder. Prisuppgifter lämnas på tillkommande eller avgående mängder.

5.3.2 Restaurering

De delar av taket som är mest utsatta är gavelsprång, ränndalar, nockar och takfötter. Gavelsprång och nockar kan repareras genom byte av plattor, medan takfötter och ränndalar ofta kräver rivningsarbeten. Enstaka plattor bör ersättas snarast, vilket kan ske från skylift. Gå inte på ett skiffertak!

Generellt rekommenderas komplettering eller omläggning med samma sorts skiffer som den befintliga. Det finns sekunda skifferplattor som kan köpas genom entreprenörer eller annonsering. Om det inte går att hitta sådana kan det bli aktuellt med importerad ersättningssten. På bl.a. nygotiska kyrkor förekommer importerad skiffer med avancerad mönsterläggning, och som kan ersättas av nyhuggen motsvarande skiffer. Vid omläggning av ett gammalt skiffertak måste man räkna med att plattorna går sönder vid läggningen, och man ska därför skaffa minst 25% ny sten utöver den sten som ska bytas ut.

Skiffern läggs på befintligt, eventuellt reparerat, underlag. Det har blivit allt vanligare att lägga takpapp ovanpå brädtaket, men metoden är inte utvärderad. Kvarvarande näver, som ligger som tätskikt, kan gott ligga kvar om den är i gott skick. Det finns näver att köpa för komplettering. Lägg aldrig takpapp ovanpå näver!

Fig 5.7 Omläggning av skiffertak på Frykeruds kyrka i Värmland 1993. Skifferraderna linjeras upp med snören. Skiffern spikas i hak.

Det förekommer att den äldre takpanelen har torkat isär. Många skifferläggare förordar därför en 12 mm tjock, fuktbeständig plywood ovanpå befintlig panel. Ett skiffertak kan klara sig i 150-200 år, men vi vet ännu inte hur plywood åldras på så lång sikt. Det finns därför anledning att använda den beprövade konventionella brädpanelen, även om kostnaden blir högre vid omläggningen.

Det är viktigt att använda spik av god kvalitet och med rätt längd. Den spik som hållit längst är smidd spik av god kvalitet. Kopparspik från tidigt 1900-tal har visat sig vara intakt ett sekel senare. Idag används generellt rostfri spik med stort huvud, men det återstår att se hur lång livslängd den har. Det kan bli problem att göra reparationer då denna kraftiga spik inte enkelt kan skäras av när en skifferplatta behöver bytas.

6 RESTAURERING INOMHUS

6.1 SKADOR OCH ÅTGÄRDER INOMHUS

Natursten inomhus utsätts ju i allmänhet inte för klimatiska påfrestningar och sur miljö på samma sätt som fasader och skulpturer utomhus. Sten har även mycket god motståndsförmåga mot nötning. Ändå finns det tillfällen när sten i interiörer är i behov av restaurering. Det kan då röra sig om långvarig förslitning, mekaniska skador eller kemiska angrepp som måste åtgärdas. Se kapitel *3 Skador och nedbrytning*

För användning och montering av sten inomhus hänvisas till häftet *Natursten Inomhus*. Här redovisas enbart kompletterande uppgifter avseende restaurering inomhus.

6.1.1 Golv och trappor

De stenytor som är mest utsatta för slitage och åverkan inomhus är golv och trappor. Natursten väljs, på grund av sin goda slitstyrka, ofta till särskilt hårt belastade miljöer. Dessutom är sten lätt att hålla ren.

Entréutformning och skyddstäckning

I samband med restaurering av entréutrymmen som är utsatta för kraftigt slitage bör även själva entréns utformning studeras. Riktig utformning med erforderliga torksystem kan minska underhållet och förlänga livslängden på stenytorna. Om salterna skrapas av skorna redan i entrén så minskar även risken för saltskador. Vid restaureringen kan man med hjälp av diamantklingor såga upp urtag i golvet för nya torksystem.

Det är viktigt att man skyddstäcker stenytorna noggrant om andra restaureringsarbeten skall utföras i byggnaden. Risken är annars mycket stor att eventuella skador förvärras. Detta förbises ofta vid restaurering.

Slipning

Slipning av golv

Anpassa slipmetoden efter slitage och ojämnheter

- Städning med diamantimpregnerade skurrondeller
- Skurning med nylonskurduk
- Slipning med mjuka diamantrondeller som följer ojämnheter i golvytan
- Slipning med slipsegment som ger plan yta
- Anpassa slipgraden efter det ursprungliga golvets ytfinhet

Faktaruta 6.1

Om golvytorna inte är kraftigt slitna utan bara behöver en lätt uppsnyggning så kan detta ske med hjälp av skurmaskin och nylonskurrondeller. Dessa finns i olika grovlekar med mer eller mindre slipeffekt och de är märkta med olika färg. Den gröna brukar ge ungefär samma ytfinhet som finslipning, men effekten är olika på olika stensorter. Ibland kan det kan vara lämpligt att börja med en grövre rondell för avverkningens skull och sedan övergå till en finare.

Om stenen är mer sliten och/eller repad måste kraftigare slipmetoder användas. I allmänhet används numera relativt lätta slipmaskiner med diamantbelagda sliprondeller. De moderna slipmetoderna är mycket effektiva och ganska stora ojämnheter kan slipas ned. Man kan välja en lättare slipning som följer golvytan och tar bort skarpare ojämnheter men som inte gör golvet helt plant. Ett annat alternativ är en kraftigare slipning som ger en helt plan golvyta. Oavsett slipmetod kan den slutliga finhetsgraden på stenytan väljas.

Slipgraden bör anpassas efter golvets ursprungliga ytfinhet. Den traditionella slipgraden på golv kallas normalslipning eller golvslipning. Ytan var ursprungligen matt med obetydliga slipränder. Vid regelbunden städning med såpa uppnår den en viss färgmättnad. Det var först på 1970-talet som man började använda finslipad yta på golv. Denna yta är ursprungligen slät men inte speglande. Vid städning med såpa får ytan viss glans. Ytfinheten efter normalt slitage i entréer och liknande blir vanligen något finare än normalslipad yta. Det innebär att de golv som ursprungligen var normaslipade med tiden får en något finare yta medan golv som är finslipade mattas något med tiden. Golv och trappor i äldre byggnader har alltså inte varit blanka från början!

För slipning av plansteg i trappor finns särskilt utformade slipmaskiner. Slipning görs oftast med vattentillsats, men det finns numera även torra slipmetoder som ger samma slutresultat.

Kristallisering är en metod som tidigare har använts för att uppnå blanka ytor. Den bygger på att stenytan behandlas med ett fluorpreparat som gör att kalciumkarbonatet (kalken) i ytskiktet omvandlas till kalciumfluorid, som är något hårdare. Metoden har i dag ersatts av städsystem där man använder skurrondeller med mycket finkornig diamantimpregnering. Med dessa i kombination med såpvatten får man en stenyta som hålls ren med hög ytfinhet.

Slipning utföres av specialiserade entreprenörer.

Lagning

Hål, gropar och även repor lagas med en massa bestående av polyesterplast med stenmjöl avfärgad till överensstämmande kulör. Viktigt är att ytan är ren så att god vidhäftning erhålles och att det inte förekommer fuktvandring underifrån, som kan ”trycka loss” lagningen.

I avslagna trappnosar kan stenbitar fällas in och fästas med härdplastlim och dubbar.

Kraftigt skadade plattor kan i allmänhet bytas ut mot plattor av samma, eller likvärdig stensort. Även plattor vid rörelsefogar som skadats på grund av för tung trafik kan i allmänhet bytas ut. Lämpligt är då att sätta in kantförstärkning vid fogen.

Om hela golvytan bedöms vara så skadad så att reparation inte är möjlig finns ofta möjligheten att lägga ett nytt stengolv ovanpå det gamla. Vanligen användes då 10 mm tunna plattor som läggs i fästmassa. Fästmassan bygger då endast 3 - 5 mm.

6.1.2 Inredningar

Sten i inredningar är sällan i behov av restaurering på grund av skador.

Mekaniska skador kan ofta lagas med en polyestermassa med stenmjöl som infärgats till med stenen överensstämmande kulör. Större skador lagas genom att stenbit infälles och fästes med härdplastlim och eventuellt dubbar.

Spräckta skivor kan ofta sammanfogas med härdplast. Ibland är det nödvändigt att armera stenens baksida med polyesterplast och glasfiberväv.

De slipmetoder som angivits ovan under golv och trappor kan ofta användas även på andra stenytor. Vanligen används då mindre slipmaskiner eller slipning för hand.

Beträffande återställande av polerade ytor som mattats, se *Natursten*, *Inomhus.*

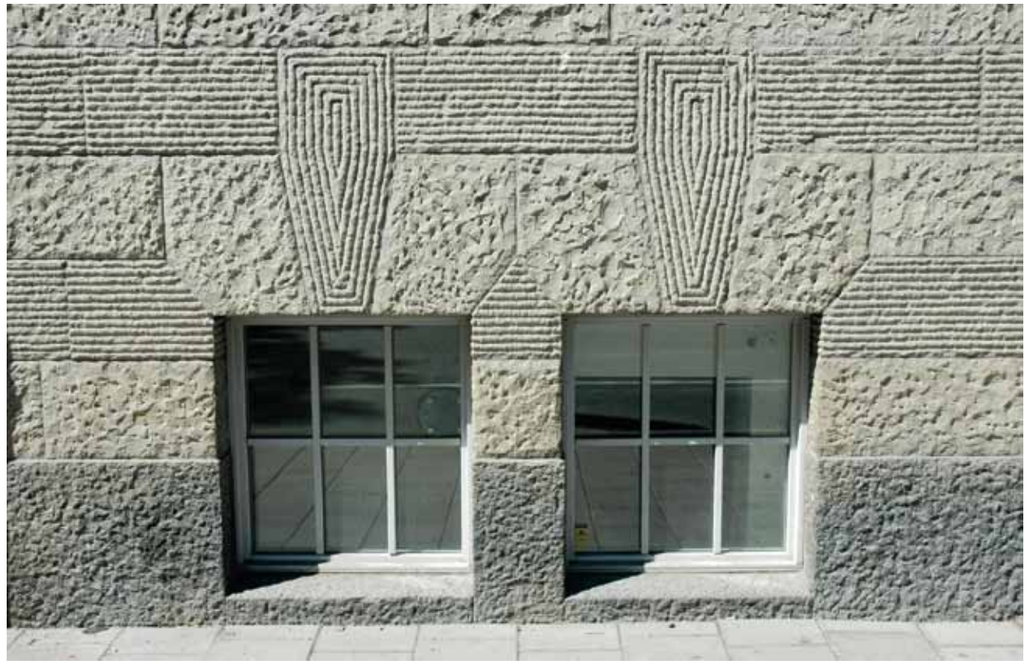
6.1.3 Väggbeklädnader

Väggbeklädnader som är monterade i cementbruk mot byggnadsstomme av betong utsätts för stora krafter om det uppstår rörelser i stommen. Fogarna är vanligen mycket smala varför kraftöverföringen mellan plattorna blir stor. Särskilt utsatta är beklädnader i trapphus, hissfronter etc. I värsta fall är beklädnaden monterad så att den belastas av ovanliggande bjälklag. Skadorna yttrar sig som lossnade plattor, utspjälkningar i plattkant och sprickor i plattor.

Väggbeklädnader inomhus som monterats i bruk och där vidhäftningen har släppt säkras på motsvarande sätt som plattor utomhus. Se 4.5.5 Lagning. *Plattfasader*. Dessa plattor är vanligen inte så stora och avståndet mellan stomme och platta är litet varför man oftast använder endast 2 dubbar per platta.

Fig 6.2
Slipning av golv med diamantslipmaskin

7 ÄLDRE BEARBETNINGSMETODER



7.1 ALLMÄNT

Under tiden före industrialismen utgick stenhuggaren vanligen från stenblock, brutna ur berget. För att få tillräckligt plana ytor användes slägga, kilar och mejslar. Man kilade först bort större knölar och överskjutande material för att sedan övergå till bearbetning av ytan. Ju planare ytor som krävdes, desto finare bearbetning fick ytan. Det var i allmänhet inte den dekorativa effekten som verktygen skapade på stenytan som var huvudsaken utan att få ytan tillräckligt plan. Blocken ingick oftast som en bärande del i stommen. Den yttre, synliga ytan och anläggninsytor mot anslutande stenar höggs plana. Längre in i muren var passningen mellan blocken inte lika viktig.

De första mekaniserade ytbearbetningarna som slipning, "skurning" i oxvandringar eller skurkvarnar och den tidiga hyvlingen utfördes också på block eller plattor som kilats direkt ur berget.

Senare tiders ytbearbetningar utförs för det mesta på sågade plattor eller block. Grova bearbetningar som hyvling och huggning ger då en grövre yta än utgångsmaterialet.

7.2 YTBEARBETNINGAR

Bearbetningsmetoderna och ytbenämningarna skiljer sig mellan de grupper som tidigare benämndes "hårdsten", dvs i första hand granit och "lössten", främst kalksten, marmor och sandsten. Riktigt grova behuggningar går inte att utföra på tunna plattor, på grund av den stora påfrestningen från verktygen, utan måste utföras på tjockare material.

Äldre fasader kan vara vittrade och de har ofta varit utsatta för olika rengöringsmetoder. Ytbearbetningen har därför ofta suddats ut och kan vara svår att identifiera.

7.2.1 Huggning

Vanliga behuggningar på granit och annan "hårdsten" är:
Råkilad är den naturliga ytan som erhålls vid kilning av stenen. Ytan kallas *råkopp* om kanterna satts till så att fogkanterna ligger i samma plan.
Spritmejslad, *prickmejslad*, *randmejslad* och *pikad*, är beteckningar på grova bearbetningar som utförs med spetsmejsel. Pikad yta har pottor med upp till 10 mm djup medan de övriga har fördjupningar upp till 20 mm.
Krysshamrad och *räffelhamrad* yta utfördes ursprungligen med hammare med tänder resp räfflor som slogs direkt mot graniten. Så småningom ersattes dessa hammare med mejslar och tryckluftmaskiner. Bearbetningarna utförs i olika grader från 1, med pottor upp till 10 mm djup, till 5, där pottor

Fig 7.1 Stenhyvel, tillverkad 1889. Ursprungligen ångdriven. Råbäcks Mekaniska Stenhuggeri.

Fig 7.2 Skurkvarn, Jordhamn, Öland, för slipning, "skurning" av kalkstensplattor. En platta dras runt över en cirkel med plattor. Sand och vatten slipar

Fig 7.3 Lågerhuggning av kalksten med klubba och mejsel

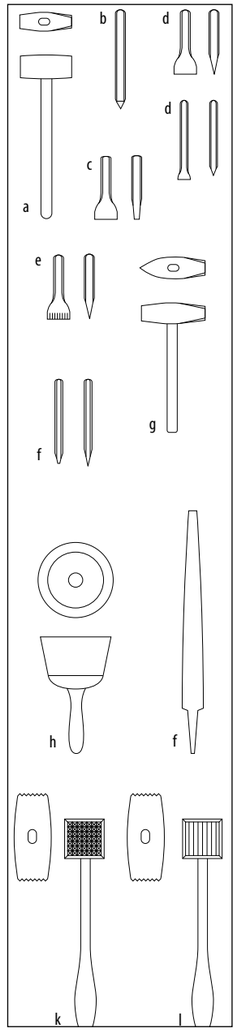


Fig 7.4

Traditionella stenhuggarverktyg

a) Sättstamp (sätt, sätthammare)
b) Spetsmejsel (pikmejsel)
c) Kantjärn (sättmejsel, avstickningsjärn)
d) Bredmejsel (skräd-, låger-, narvmejsel)
e) Tandmejsel
f) Inskriptionsmejsel
g) Slägga
h) Träklubba
i) Rasp
k) Krysshammare

nr	c/c tänder, mm
1	12
2	7
3	5
4	4
5	3

l) Räffelhammare

Nr	c/c räfflor, mm
1	12
2	7
3	5
4	4

ej får förekomma. Vid nutida byggnation används vanligen krysshamring grad 3, medan grövre grader var vanliga när man byggde med massiva block. Räffelhuggning används ej längre.

Vanliga behuggningar på kalksten, marmor och sandsten:
Klovyta, är den naturliga yta som erhålls vid utkilning av hällar av kalksten ur brottet, parallellt med lagringsriktningen.
Råkopp benämns ibland den råkilade ytan på block oftast huggna vinkelrätt mot lagringsriktningen.
Dubbelstucken yta utförs på murstenar med relativt låg höjd. Benämningen härrör från att man hugger, "sticker", av stenen från två olika håll.
Skrädhuggen eller *bredmejslad* yta kallas den yta man får då man planar av den med bredmejsel.
Lågerhuggen och *narvhuggen* yta utförs med bredmejsel. Den lågerhuggna har genomgående räfflor medan den narvhuggna ytan har spår som växlar vid varje hugg.
Tandhuggen yta utförs som lågerhuggen, men med tandad mejsel.
Behuggningarna utförs som grov- eller finhuggning.

7.2.2 Slipning

Slipning eller "skurning" som bearbetningen även har kallats, utfördes tidigt på kalksten.

Fig 7.5 Råkoppsmur av granit med dekor och namntavla fint krysshamrade. Sjömanshuset, Lysekil.

Fig 7.6 Sockel av randmejslad granit. Ovanför sockeln är graniten krysshamrad, grad 1. Eriksbergsgatan 44, Stockholm.

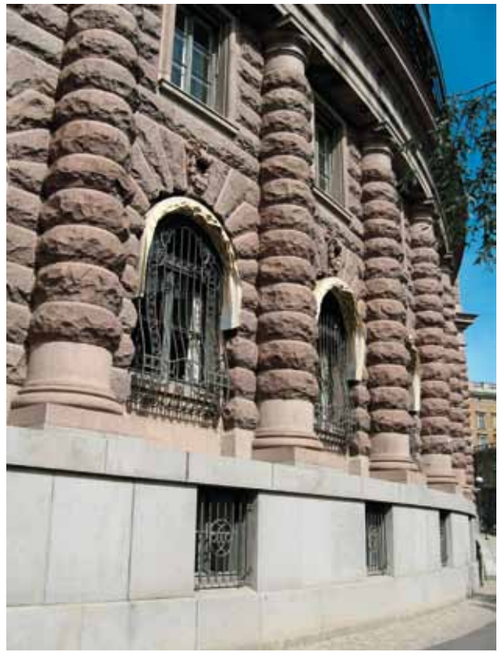


Fig 7.7 Riksdagshuset, f d Riksbanken, Stockholm. Sockel av grå räffelhamrad granit. Murverk i röd granit med råkopp. Blocken har kantslag vid fogarna. Pilastrarnas baser och kapitäl är krysshamrade.

Fig 7.8 Detalj av den räffelhamrade ytan på Riksdagshuset.

Oxvandringar och skurkvarnar är exempel på tidigar utrustningar för slipning. Den mekaniska anordningen släpade en stenplatta över en ring av andra plattor med sand och vatten som slipmedel. Att slipa den hårda graniten kräver kraftigare bearbetning varför bearbetningen först blev vanlig i byggnadssammanhang sedan stenindustrin industrialiserats.
Slipning utförs på de flesta stensorterna i olika grader:
Grovslipad med synliga slilpränder, *normal-, ellergolvslipad* är slät med obetydliga slipränder medan *finslipad* yta är slät men ej speglande. *Polerad* yta är slät och speglande. Sandsten poleras ej.

7.2.3 Hyvling

Hyvlad yta, har även kallats "sprängd" på Öland. Den utförs endast på kalksten och har varit vanlig på golv, särskilt i kyrkor. Hyvlarna introducerades som ångdrivna på 1800-talet och har därefter ersatts av el- och hydrauldrivna. Bearbetningen är unik för Sverige. Ett stålskär släpas över stenytan och hyvlar av denna. Beroende av hur djupt man sätter an skäret erhålls olika hyvlingsgrader, *grov-, fin-, normal- och släthyvlad*. Om man utgår från hällar med klovyta och endast hyvlar av de grövsta knölarna kallas ytan *topphyvlad*.
Se vidare om ytbearbetningar i delen *Allmänt* och i *Stenkartoteket*.

Fig 7.9 Skrädhuggen kalstensyta. Rosenbad, Stockholm

Fig 7.10 Lågerhuggen, gråbrun kalksten. Nyhuggen, skala 1:1

Fig 7.11 Tandhuggen, röd kalksten. Nyhuggen, skala 1:1

Fig 7.12 Normalhyvlad, gråbrun kalksten. Nyhyvlad, skala 1:1

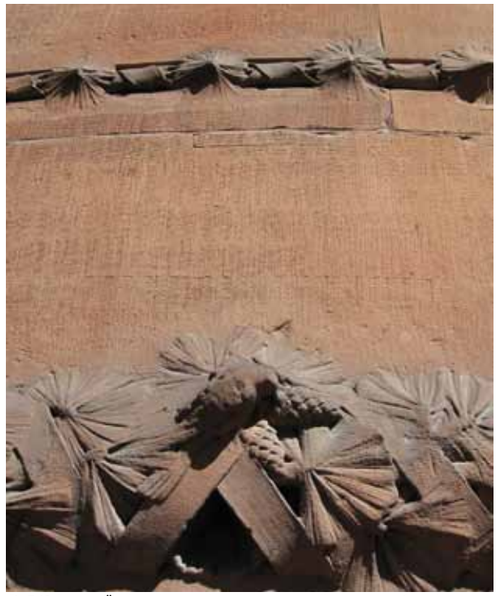


Fig 7.13 Fasad av Övedssandsten med tandhuggen yta mellan ornament. Centralposten, Vasagatan, Stockholm

Fig 7.14 Fasad av röd kalksten med tandhuggen yta omväxlande med dubbelstucken. Strandvägen 53, Stockholm

Fig 7.15 Skrädhuggen Roslagssandsten i murverk och tandhuggen kalksten i solbänk. Strandvägen 45, Stockholm

ORDLISTA

FÖR STENHUGGARTERMER SE NATURSTEN ALLMÄNT

Absid
Halvrunt eller mångkantigt oftast täckt byggnadsdel, ofta koravslutning

Ankarjärn
Plattjärn som förankrar byggnadsdelar vid varandra eller i murverk, ofta synliga på äldre fasader. Kallas även Ankarslutar.

Arkader
1. Bågställning som vilar på två kolonner eller pelare. 2. Fortlöpande rad av bågställningar. 3. I överförd mening även en täckt gång.

Arkitrav
Nedersta delen av ett entablement, d.v.s. den del som vilar direkt på kapitälet och gränsar till frisen

Arkivolt
Som en böjd arkitrav utformad båge

Bakåtkramling
Kramlor som håller fasadstenen in i muren. Se 1.2.2 Åren 1500 - 1830.

Barkyta
Yta på natursten från bergets ytskikt i stenbrottet.

Basilika
Flerskeppig byggnad vars mittskepp höjer sig ovanför sidoskeppen

Blindarkad
Dekorativ murartikulering i form av en försänkt arkad

Diamantrustik
Murverksform. Se 1.1.6 Murens artikulering.

Dorisk ordning
Se 1.1.2 De klassiska kolonnordningarna.

Entasis
Avsmalning av kolonn i svag kurvatur. Se 1.1.2 De klassiska kolonnordningarna.

Festonger
Ornament i form av en böjd form som bär upp ett hängande band av hopflätade blad, blommor och frukter

Fronton
1. Klassisk tempelgavel 2. Triangel- eller segmentformat överstycke, ofta som krön på en fasad, över en dörr eller över fönster

Fältsten
Obearbetad sten funnen i jordlager.

Gesims
Vanligen ett profilerat listverk med horisontal placering ovanför eller längs med en fasad eller annan väggyta, men även över dörr eller fönster

Hexastyl
Kolonnställning. Se 1.1.5 Andra kombinationer.

Hålkäl
Klassisk kantprofil. Se 1.1.9 Klassiska profiler och dekorer.

Hörnkedja
Vertikal rad av hörnstenar lagda i förband så att omväxlande kort och långsida vänds utåt. Den kan också utföras som en dekoration i puts

Impost
Profilerad detalj som bågen/valvet stöder på. Se 1.1.3 Kolonner, pelare och valvbågar.

Italian
Se säteritak

Jonisk ordning
Se 1.1.2 De klassiska kolonnordningarna.

Kallmur
Mur som är lagd utan bruk

Kannelyr
Räffling på kolonnskaft. Se 1.1.2 De klassiska kolonnordningarna.

Kapitäl
Dekorativt utformat krön på en kolonn, pelare eller pilaster

Karnis
Klassisk kantprofil. Se 1.1.9 Klassiska profiler och dekorer.

Kolonn
Se 1.1.7 Lisen, pilaster och kolonn

Kolonett
Liten kolonn

Kolossalordning
Se 1.1.5 Andra kombinationer.

Konsolidering
Se 4.4 Konsolidering

Korintisk ordning
Se 1.1.2 De klassiska kolonnordningarna.

Kornisch
1. Listverk på en fasad eller väggyta, ofta löper den runt hela byggnaden 2. Listverk över dörr eller fönster

Krepsis/krepidoma
Se 1.1.1 En dorisk portik

Kvader
Kubformad eller parallellformad byggnadssten med släta eller grovhuggna ytor. Se 1.1.6 Murens artikulering.

Lisen
Se 1.1.7 Lisen, pilaster och kolonn

Masverk
Främst i gotisk kyrkobyggnadskonst utbildat spröjssystem av sten med infällt glas. Vanligt i runda katedralfönster, ofta utformat som ”rosettfönster”, eller överdel av spetsbågigt katedralfönster.

Mezzaninvåning
Låg mellanvåning, halvvåning, som redovisas i fasaden med en rad små fönster

Natursten
Byggelement (Block, platta, etc) framställt ur ett helt stycke från ett helt block ur bergrunden.

Peristyl
Det grekiska templets pelargång. Se 1.1.3 Kolonner, pelare och valvbågar.

Pilaster
Flat väggpelare med bas och kapitäl, använd som stöd eller artikulering av muren. Se 1.1.7 Lisen, pilaster och kolonn

Platten
Klassisk kantprofil. Se 1.1.9 Klassiska profiler och dekorer.

Risalit
Svagt framskjutande parti av en fasad, i allmänhet som en betoning av fasadens mittparti, ibland även sidopartier.

Rundstav
Klassisk kantprofil. Se 1.1.9 Klassiska profiler och dekorer.

Rusticering eller rustik
Råhuggen eller grovhuggen yta på kvadersten, ofta markerad genom släta fogar. Kan även imiteras

Segmentbåge
Rundbåge vars bågform är ett cirkelsegment, som är mindre än en halv cirkel

Sprängsten
Sten som framställts genom sprängning. Passhuggs vanligen på plats.

Sträckkramling
Kramling längs med fasaden. Se 1.2.2 Åren 1500 - 1830.

Strävbåge
Bågen i ett gotiskt strävsystem, vars funktion är att förmedla sidotrycket från ett valv eller en takstol från ytterväggens övre del till en strävpelare.

Stylobaten
Se 1.1.1 En dorisk portik

Svanskramla
Kramla med den kluvna "svansen" synlig i fasaden. Se 1.2.2 Åren 1500 - 1830.

Säteritak
Yttertak som kan beskrivas som ett stort valmtak, som bryts av ett mindre vertikalt parti (italien), ibland försett med fönster.

Tandsnitt
Listornament i form av en rad regelbundet och tätt sittande kubformer. Ursprungligen det bärande bjälklagets synliga ändar som överförts till stenarkitektur, och utgör gesimsen i de joniska och korintiska entablementen.

Triumfbåge
Se 1.1.5 Andra kombinationer.

Tympanon
Templets gavelfält. Se 1.1.1 En dorisk portik

Vangstycke
Sidostycke som bär trappsteg

SVERIGES STENINDUSTRIFÖRBUND 2009
Industrigatan 6, 291 36 Kristianstad. Telefon 044-20 97 80. Fax 044-20 96 75.
E-post ssf.sfi@sten.se www.sten.se