

# HANDBOK I KALLMURNING

Joakim Lilja



GÖTEBORGS UNIVERSITET

Hantverkslaboratoriet  
Magasinsgatan 4  
Box 77, SE-542 21 Mariestad  
craftlab@conservation.gu.se  
www.craftlab.gu.se

© Hantverkslaboratoriet 2015  
Författare, redaktionellt arbete och grafisk form: Joakim Lilja  
Fotograf: Där inget annat anges Joakim Lilja  
Foto omslagets baksida: Knut-Steffen Knutsen  
Illustrationer: Joakim Lilja  
Tryck: Ale Tryckteam AB  
Papper: Omslag Arctic matt 240 g, inlaga Arctic matt 115g

ISBN: 978-91-981883-5-6

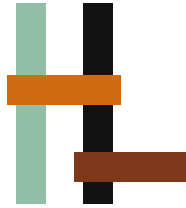
#### SAMVERKANDE PARTER

Grevillis Fond  
Göteborgs universitet  
John Hedins Stiftelse  
Kulturmiljöforum  
Mariestads kommun  
Riksantikvarieämbetet  
Statens Fastighetsverk  
Svenska kyrkan  
Sveriges Hembygdsförbund  
Västra Götalandsregionen  
Nämnden för Hemslöjdsfrågor

---

Rapporten är producerad med stöd från Länsstyrelsen  
i Örebro län, kulturmiljöenheten, inom projektet »Kall-  
murade konstruktioner i natursten«.





HANTVERKSLABORATORIET

# HANDBOK I KALLMURNING

Joakim Lilja



GÖTEBORGS UNIVERSITET



# FÖRORD

Jag vill rikta mitt varma tack till alla er som på något sätt hjälpt och bidragit till att denna bok blivit verklighet. Ingen nämnd - ingen glömd. Utan er hade det inte blivit någonting alls. Ändå vill jag ge några särskilda tack: Jonas Jansson, Mia Geijer och Torgny Frembäck på Länsstyrelsen i Örebro som styrde över medlen till denna KMV-satsning. Referensgruppen som bestod av hantverkarna Espen Marthinsen, Christer Börjesson, Sven Börjesson och Knut-Steffen Knutsen.

Ett alldeles särskilt hjärtligt tack till dig Espen för din generösa och engagerande hjälp!

Hantverkslabbets Gunnar Almevik, Linda Lindblad och Christina Persson. Ann-Charlott Hajdu-Rafis på länsstyrelsen i Västra Götaland. Naturligtvis - tack till alla hantverkare ute i landet som bär upp kunskapen om naturstensmurning, samt studenter och kollegor på institutionen för Kulturvård i Mariestad som gett mig insikter i lärandets konst. Till sist - tack till min familj som (stått ut med alla hastiga inbromsningar med bilen när vi passerat en vacker stenmur) hjälpt mig med mitt skrivande.

Jag hoppas att detta är första steget på en uppsving för kallmurningen i Sverige!

*Mariestad juni 2015*  
*Joakim Lilja*

# INNEHÅLL

## 7 INLEDNING

- 7 Hur har informationen samlats in?
- 8 Vem riktar skriften sig till, och hur ska den användas?
- 8 Begränsningar

## 11 ENKELMURAR

- 11 Gärdsgårdar och halvmurar
- 11 Husgrunder

## 14 Förklaring av konstruktionen

## 15 Hantverksinstruktioner

- 15 Grund, bottenskift och murens linje
- 16 Murning och inpassning
- 17 Mursten och skiftgång

## 21 Erfarenheter från restaurering

- 21 Restaurering och återskapande av enkelmurad gårdsgård - Mariagården i Stenungsund
- 24 Restaurering av enkelmurad husgrund - Äskhult kulturreservat

## 31 SKALMURAR

- 31 Gärdsgårdar
- 33 Skalmurar i byggnader

## 34 Förklaring av konstruktionen

- 35 Grundläggning
- 36 Murstenen
- 36 Murfot och bottenskift
- 38 Skiftgång
- 38 Förband
- 40 Bindare och löpare
- 42 Stenens sidor i muren
- 42 Fogar

- 43 Inpassning av murstenen
- 43 Murkärna
- 44 Utfyllande och inpassande stenar
- 44 Hjälpstenar
- 44 Kilande stenar
- 45 Murens linje och lutning
- 45 Stående och liggande stenar

## 46 Hantverksinstruktioner

- 46 Grundläggning
- 48 Murningsstrategier
- 49 Inpassningsprocedurer
- 51 Packning av murkärna
- 53 Avslutning i överkant
- 53 Hörn och avslut

## 54 Erfarenheter från restaurering

- 54 Restaurering av gårdsgård - Fägatan på Örnans kulturreservat
- 58 Restaurering av skalmur med kärna av jordpackning - Jordkällaren i Gudhem

## 63 STÖDMURAR

- 63 Terrasser
- 63 Källare

## 64 Förklaring av konstruktionen

- 64 Dränering
- 64 Dimensionering och utformning
- 65 Två olika typer
- 65 Stabilitet
- 65 Att mura stödmur

## 67 Erfarenheter från restaurering

- 67 Restaurering av stödmur - Karlslunds kulturreservat

## 72 Några exempel på bearbetning av sten

## 75 VALV, BALK OCH ÖVERKRAGNING

### 77 Valv

#### 78 Förklaring av konstruktionen

79 Trycklinjen

80 Vederlag och anfang

82 Geometri

84 Murstenen i valv

84 Förband

84 Kilning

85 Valvställning

#### 88 Hantverksinstruktioner

88 Valvstenen

88 Förband

88 Täta stötsidor

88 Parallella skift

89 mura båda halvorna samtidigt

89 Stenarnas riktning mot brännpunkten

89 Påmurning

90 Kila ovsidan

90 Träkilar som sänkingsanordning

#### 93 Erfarenheter från restaurering

93 Restaurering av ett valv - Jordkällaren i Gudhem

### 104 Balk

105 Förklaring av konstruktionen

106 Varianter

#### 109 Erfarenheter från restaurering

109 Restaurering av balkbro i Vagersta

### 119 Överkragning

## 123 VÄGLEDNING VID UNDERHÅLL, RESTAURERING OCH NYBYGGNATION

123 Värden hos naturstenskonstruktioner

124 Lagar som berör naturstensmurar

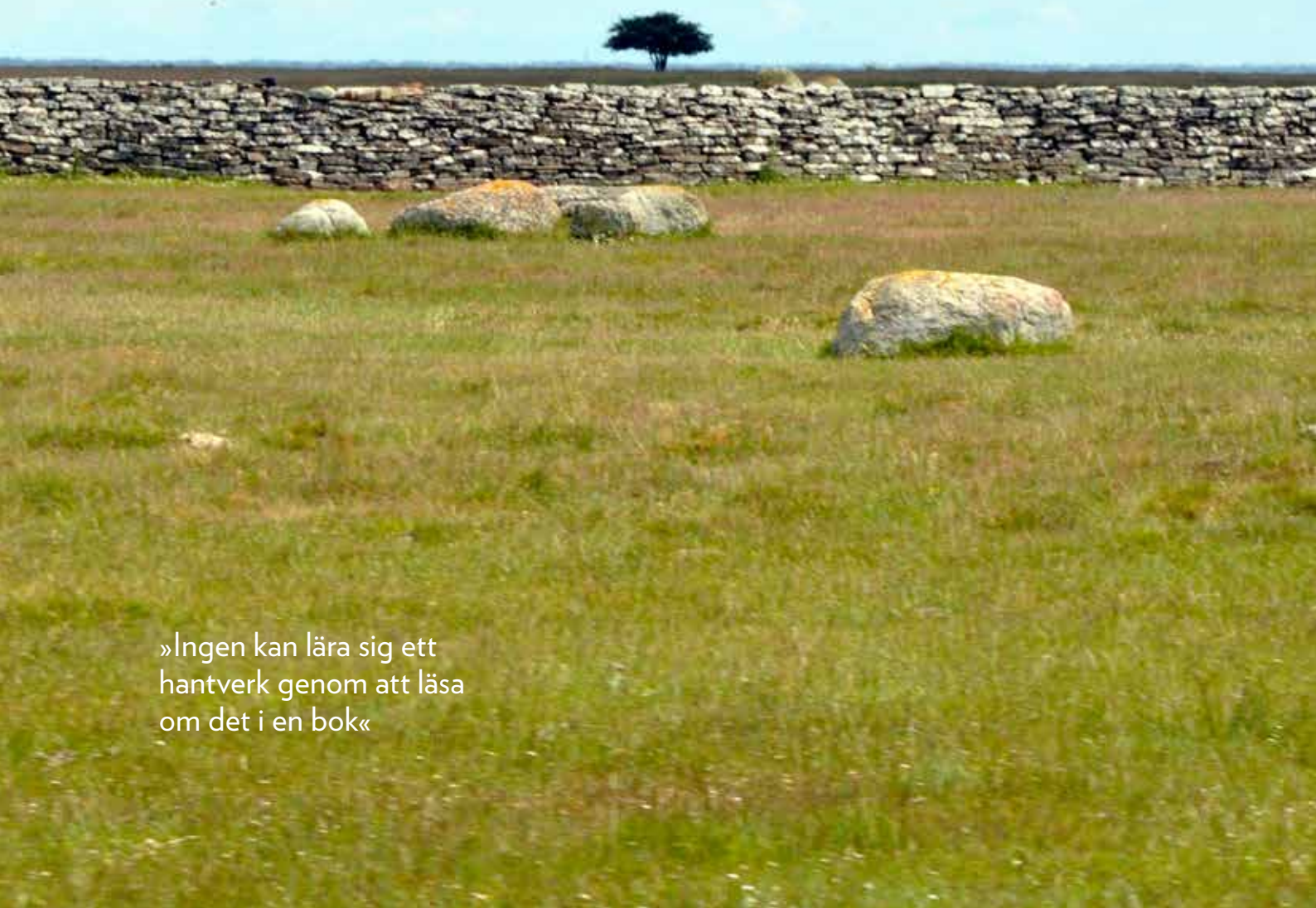
126 Sten till restaurering och nybyggnation

127 Antikvariska ställningstaganden vid restaurering

128 Dokumentation vid restaurering

129 Underhåll av naturstenskonstruktioner

Kalkstensmur på det Öländska alvaret. Foto: Cecilia Blomkvist.



»Ingen kan lära sig ett  
hantverk genom att läsa  
om det i en bok«



# INLEDNING

Begreppet kallmur används endast för naturstensmurning. Det betyder att inget murbruk används mellan stenarna i murverket. Begreppet torrsmurning används också av vissa hantverkare och betyder samma sak.

Kallmurade naturstenskonstruktioner startade som projekt 2012. Hantverkslaboratoriet genomförde s.k. dialogseminarier i hela Sverige, och det var tydligt att naturstensmurning var ett både eftersatt och svagt hantverksområde. Efterfrågan på kunskap och information var stor både från hantverkare och hos beställare av kulturmiljövårdsarbeten.

## HUR HAR INFORMATIONEN SAMLATS IN?

Naturstensmurning i dagens Sverige är ett smalt område, och det är inte många som arbetar enbart med det. Ambitionen var att försöka träffa och intervjua naturstensmurare för att samla ihop hantverksinformation. Det har skett genom intervjuer vid restaureringar, workshops,

kurser, dokumentation, film mm. Det visade sig ganska snart att det var en duktig och erfaren skara människor.

Den här skriften är ett försök att lyfta fram de arbetsätt som är gemensamma för murare – en slags grundläggande principer. Samtidigt är inte tanken att likrikta hantverket allt för starkt, utan att kunna behålla lokala särdrag. Ett exempel är språkbruket kring materialet, verktygen och teknikerna. Det verkar inte finnas något enhetligt språk - de flesta stenmurare använder den uppsättning av ord och uttryck som är nödvändiga för att kunna utföra hantverket. Språket är präglad av lokala förutsättningar och traditioner. I den här skriften blir språkbruket en balansgång mellan att vara pedagogisk, neutral och förklarande, samtidigt som lokala benämningar uppmuntras. Informationen kommer också från mina egna erfarenheter av att dels själv hålla kurser, och dels ha arbetat tillsammans med naturstensmurare.



Espen Martinsen och Christer Olsson medverkar i en workshop om behuggning av sten med sätt och slägga på KKV i Bovallstrand.



Joakim Lilja intervjuar Samuel och Sten Nilsson i Laholm. Foto: Cecilia Blomkvist.

## VEM RIKTAR SKRIFTEN SIG TILL, OCH HUR SKA DEN ANVÄNDAS?

I första hand riktar sig skriften till hantverkare som arbetar med restaurering av kallmurade naturstenskonstruktioner inom kulturmiljövården. Samtidigt ska den vara användbar för beställare av restaureringsarbeten. Det kan vara svårt att kvalitetssäkra ett arbete om man inte vet hur det ska göras, så därför hoppas jag att skriften kan hjälpa till med att öka kunskapen hos både hantverkare och beställare. Skriften kan också vara till hjälp för den som vill lära sig mura, eller behöver hjälp att bedöma skador på konstruktioner.

Skriften är ett försök att göra teori kring praktiken. Ingen kan lära sig ett hantverk endast genom att läsa om det i en bok. Man måste hålla på. För att bli bra på att lägga naturstensmurar krävs lång träning och mycket erfarenhet. Förhoppningsvis kan skriften vara en hjälp att bredda, fördjupa och förmedla hantverket med natursten för den som är intresserad. Man lär sig inte heller ett hantverk linjärt. Man lär sig saker efter hand problem dyker upp. Förhoppningen är att läsaren väljer det som intresserar den för tillfället, sedan testat och praktiserat, för att återvända till bilder och text igen.

Skriften försöker förklara hur några olika konstruktioner fungerar och vanliga hantverksmoment kopplade till dem. Det har varit nödvändigt att skilja på *förklaringar, instruktioner och erfarenheter*, annars blir det rörigt. Varje konstruktionstyp är därför uppdelad i flera avsnitt. Först kommer förståelse för viktiga delar i murens konstruktion. Därefter följer bygginstruktioner och viktiga hantverksmoment. För varje konstruktion finns sedan erfarenheter från restaureringar. Dessa ska belysa omständigheter runtom arbetet med natursten som inte direkt framkommer i förklaringar och instruktioner.

Bearbetning av sten har närmast uteslutits ur den här skriften, och istället finns filmer på hantverkslaboratoriets hemsida.

## BEGRÄNSNINGAR

Det har inte varit möjligt att träffa och intervjua alla hantverkare jag önskat. Dessutom finns det många kunskapsbärare jag inte känner till, eller kunnat hitta. Projektet har blivit geografiskt begränsat till södra Sverige, och i synnerhet till Västra Götaland. Det innebär att många lokala

varianter, synsätt och material tyvärr inte kommer med.

Det har ibland varit svårt att dra gränsen för vad som är en kallmur. Vad är en skalmur vars sidor är kallmurade men kärnan gjuten i kalkbruk? Även gränsen mot stenhuggeri är svår. När övergår enklare tuktning av mursten till att bli stenhuggeri? En viss rensning och renodling av information har gjorts för att allt inte kan rymmas inom projektet.

Ytterligare en svårighet är att omsätta hantverkskunskap hos en människa till information i en skrift. Det går inte att förmedla alla de nyanser och bakomliggande beslut som finns i utövandet av ett hantverk. Ett hantverk är och förblir bundet till en person. Men förhoppningsvis kan ändå mycket information dokumenteras och förmedlas i skriften.



Espen Marthinsen och Christer Börjesson diskuterar skador på en stödmur utanför Örebro. Foto: Bertil Lindgren.

ENKELMURAR

»Gärdsgården kan ta spjörn  
mot ojämnheter i marken  
och fastna i landskapet «

*Magnus Sievertsson*

Enkelmur vid Vippentorpet i Halland.

# ENKELMURAR

Murar som består av endast en enkel murad rad med sten brukar kallas enkelmurar. Det är den murtyp som går snabbast att bygga och kräver minst material. Den är samtidigt minst stabil och kräver ständigt underhåll. Enkelmuren brukar räknas som den äldsta typen av stenmur och kan spåras så långt tillbaka som till järnåldern. I huvudsak används enkelmuren på två olika sätt. Det ena är som fristående gårdsgård, och det andra är som husgrund.

## GÄRDSGÅRDAR OCH HALVMURAR

Fristående enkelmurar som byggts i ägo gränser eller som hägnad kallas ofta gårdsgård. Idag är sådana gårdsgårdar vanligast i kustlandskapen i södra Sverige. För att hålla muren i bra skick krävs årligt underhåll av rasade partier.



En väl underhållen gårdsgård kräver årlig översyn. På våren går två personer på var sin sida av muren och reparerar nedfallna partier. Det kan ta flera dagar att se över kilometerlånga sträckor med mur. Öland.

En del enkelmurade gårdsgårdar har jord eller sten upplagt mot ena sidan. De kallas ofta för halvmurar. Runt kyrkogårdar och hustomter hittar man halvmurar med jord. Halvmurar med sten ligger mer i anslutning till äldre åkrar, där åkersten slängts upp mot muren.

## HUSGRUNDER

I äldre träbyggnader är enkelmuren vanlig som grund. De bärande partierna av träkonstruktionen är grundlagd med större och mer noga utvald sten. I knuttimrade konstruktioner ligger till exempel ofta hörn och väggknutar på sådan sten. Den mellanliggande enkelmuren kan ses som mindre bärande, men hjälper till att fördela vikten.



En enkelmur som inte underhålls börjar snart rasera. Orsaker till ras kan vara tjälskjutning vintertid, eller att betesdjur puttar omkull stenar. Öland.



Skiftesverksbyggnad på kulturresevatet Äskhult i Halland. Hörnen som bär upp byggnaden har grundlagts med stora platta stenar. Den övriga enkelmuren är mer ojämn, men har en sida murad slätt. Foto: Frank Karlsson.



Ibland används endast enkla stempelare. Sporrakulla i Skåne.



På insidan av grundmuren tas ingen hänsyn till om det blir slätt. Äskhult i Halland. Foto: Frank Karlsson.



Halvmur med jord. Kyrkogård i Tidaholm Västergötland.



Halvmur med sten. Den murade sidan ligger mot betesmark, och stenskravlet mot åker. Kulturresevatet Åsnebyn i Dalsland.



Enkelmur av kalksten på Ölands alvar.



En lite udda enkelmur med helt snedställda kalkstenar. Norra Öland.  
Foto: Catarina Sjöberg.

## Förklaring av konstruktionen

Enkelmuren kan göras på två olika sätt. Det första sättet är att ena sidan muras slät och jämn. Muren får då en fram- och en baksida. Baksidan blir ojämn och läggs åt det håll som syns minst. Det andra sättet är att murningen sker utan hänsyn till släta sidor. Då läggs stenarna istället centrerat, med sin längsta sida tvärs mot murens riktning. Den släta varianten av enkelmur har använts där det ska se fint ut, till exempel en husgrund eller en mur nära gården. Muren utan slät sida är vanlig där det inte spelar någon roll.

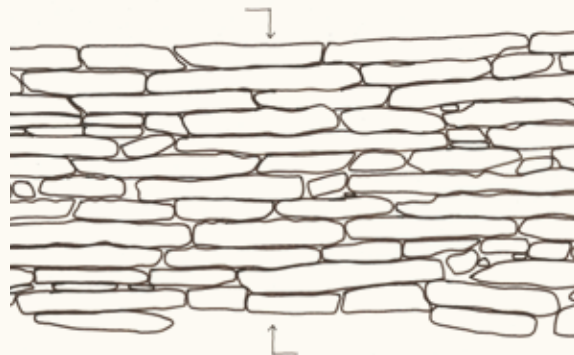
Ingen särskild grundläggning görs på en enkelmurad gårdsgård. Matjorden grävs bort och grundstenarna läggs direkt på fast mark. De största stenarna läggs i bottenkif-

tet. Det förekommer att två bottenstenar läggs i bredd för att ge mer stabilitet. Om muren ska fungera som fundament för en byggnad kan det krävas en stadigare grund på de bärande delarna.

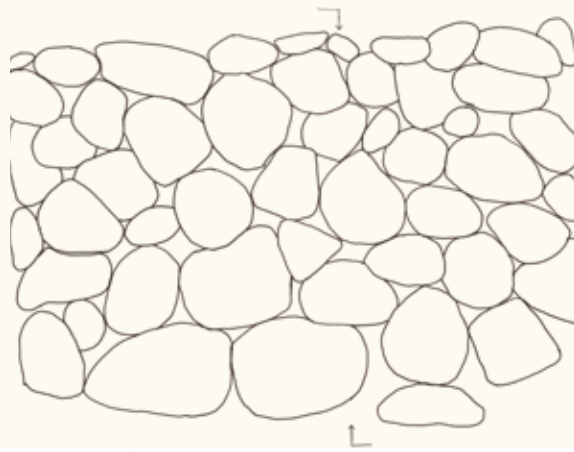
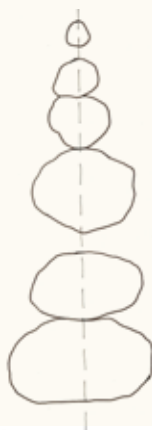
Att mura i förband är viktigt i en enkelmur. Förbandsmurning innebär att en mursten vilar på två underliggande stenar. Förband låser ihop muren och fördelar tryck och rörelser.

Skiftgången är beroende av hur stenmaterialet ser ut. Är stenen rund och oregelbunden väljs en ojämn skiftgång. Det betyder att varje skift läggs ojämnt för att skapa fickor där nästa sten kan falla ner och låsa. Är murstenen relativt platt och regelbunden väljs jämn skiftgång. Det innebär att stenarna i ett skift läggs så att platta ytor skapas. Då passar det att lägga nästa skift med platta stenar så att förband bildas.

Enkelmur med jämn skiftgång och platta stenar. Ena sidan är murad slät, och baksidan blir ojämn.



Enkelmur med ojämn skiftgång och oregelbundna stenar. Stenen läggs centrerat, och båda sidorna blir ojämna.





# Hantverksinstruktioner

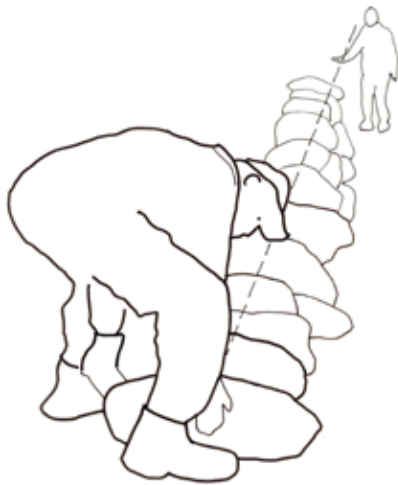
I den här instruktionen beskrivs hur en enkelmurad gärdsgård läggs. Det är ojämn sten som läggs centrerat.

## GRUND, BOTTENSKIFT OCH MURENS LINJE

Ingen speciell grundläggning görs, endast matjorden grävs bort. De största stenarna läggs i bottenkiftet. De läggs med sin längsta sida tvärs mot murens riktning så de blir så stabila som möjligt i sidled. Om det är brist på stora stenar går det lägga två stenar i bredd i bottenkiftet. Bottenstenarna riktas in med ögonmått så de ligger rakt i en tänkt centrumlinje. I den här murtypen så är båda sidorna ojämna och därför blir linjen i mitten på muren. Bottenstenarna har därmed bestämt linjen för muren. Om bottenstenen är rund och inte ligger still, så kan den grävas ner lite tills den ligger stabilt. Spett används för att flytta tunga stenar.



Två mindre stenar kan läggas i bredd om det är brist på tillräckligt stora bottenstenar. Mariagården Bohuslän.



Bottenstenarna riktas med ögonmått mot en tänkt centrumlinje.



Matjorden grävs bort, och stenar som inte ligger stabilt kan grävas ner lite.

## MURNING OCH INPASSNING

1. Ta hänsyn till hur byggytan ser ut. Den bör ha en viss bredd för att nästa sten ska få en bra yta att ligga på. Ytan ska inte slutta kraftigt i sidled, utan vara plan.
2. Stenen läggs i förband.
3. Kilning undviks så långt som möjligt i den här murtypen. Kilar vill bara lossna och trilla ur. Stenen ska av sig själv ligga helt still och fast.
3. Stenen läggs med sin längsta sida tvärs muren. Alla stenar måste låsa stadigt mot de stenar som ligger bredvid.
4. I murens avslut eller början läggs muren dubbel.
5. Det är bra om varje sten bottenar, har kontakt med underliggande stenar. Stenen ligger annars och rullar och kan vrida sig ur läge. Om en sten inte riktigt kommer ner mot den underliggande stenen kan det vara bra att rucka lite på den intilliggande stenen. Då faller stenen på plats och låser gott.
6. Det används mindre och mindre sten ju högre upp i muren de läggs.
7. Glipor och hålrum i muren spelar mindre roll, det är viktigare att stenarna låser mot varandra.
8. Muren avslutas på en bestämd höjd i en hyfsat jämn linje.



Evert Gustavsson murar enkelmur på Mariagården i Bohuslän.

»Man ska ju vrida på stenen minst tre gånger innan det blir bra«

*Evert Gustavsson*



Stenen läggs med sin längsta sida tvärs muren. Byggytan ska ge en plan yta för nästa sten att ligga mot.

Skapa fickor som stenen faller ner i och låser mot.



Om en sten inte bottenar mot den underliggande stenen...



...kan den sten som ligger intill justeras tills det faller på plats.

## MURSTEN OCH SKIFTGÅNG

Vad kännetecknar en bra mursten? Den ska låsa bra mot de andra stenarna. Helt rund sten är inte riktigt bra, den ligger bara och rullar. Någon eller några kanter som låser stenen behövs. Det låser bättre om stenarna är ojämna, platta eller kantiga. Om stenen är smalare i en ända läggs nästa sten med sin tjockare ända emot den tunna. Det går att slå isär runda stenar så de får bättre form (se skärva sten s. 72).

När ojämn skiftgång används kan det vara en bra utgångspunkt att skapa fickor för nästa sten. Man kan tänka att stenarna i ett skift inte ska vara lika höga. Det är också bra att lägga sten *på sned* ibland (på skrå), det binder bättre och skapar ett tryck i sidled som låser muren.

När jämn skiftgång används skapas platta ytor. I kapitlet om skalmurar beskrivs murning av jämna förband mer utförligt.

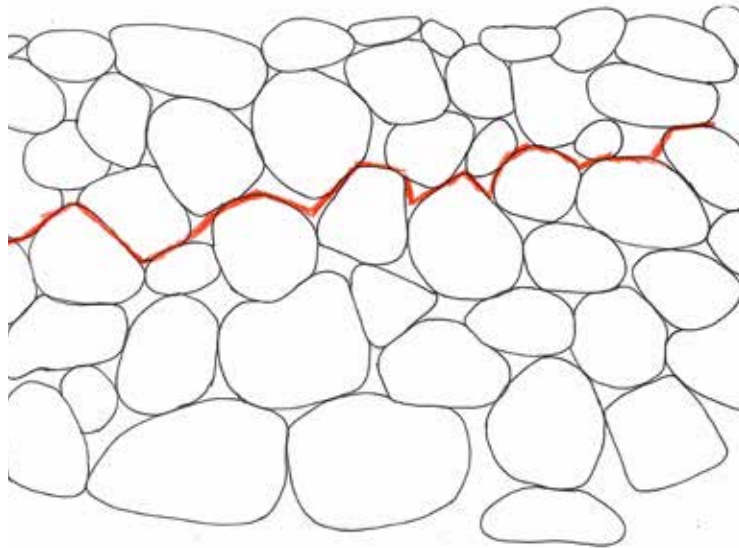
Om en gårdsgård slingrar sig svagt kan den bli starkare. Gårdsgården kan ta spjörn mot ojämnheter i marken och “fastna i landskapet”.



Stenar på skrå skapar ett sidoriktat tryck i muren som ger stabilitet.



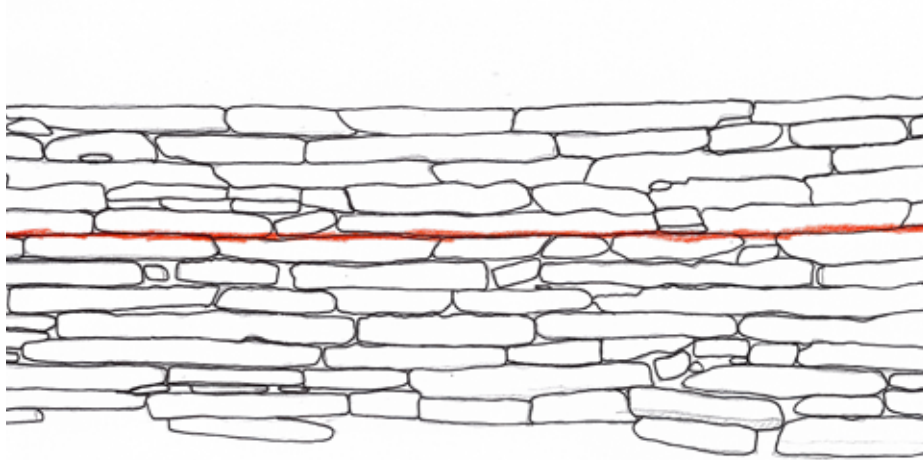
Evert Gustavsson från Kode i Bohuslän visar hur han lärt sig mura enkelmur av sin far.



Ojämma stenar ger ojämn skiftgång. Det blir mer stabilt om skiftet bildar fickor där nästa sten kan falla i och låsa.



Knut Steffen Knutsen lägger enkelmur med ojämn skiftgång under övervakning av Evert Gustavsson. Mariagården Bohuslän.



Platta stenar gör att skiftgången blir jämn. Stenen i varje skift är lika hög, så att nästa skift ligger platt och stabilt.



Enkelmur av kalksten med jämn skiftgång. Ölands alvar.



Den restaurerade enkelmuren på vänster sida vägen, och den rekonstruerade muren till höger. Mariagården, Stenungsund.

# Erfarenheter från restaurering

## RESTAURERING OCH ÅTERSKAPANDE AV ENKELMURAD GÄRDSGÅRD

### En fägata på Mariagården i Stenungsund

Text och foto av Robert Carlsson

Robert Carlsson arbetar på Mariagården, en plats för kulturmiljövård i centrala Stenungsund, Bohuslän.

Den främsta historiska källan och utgångspunkten för bygget av fägatan ses på storskifteskartan från 1792. Fägatan var i detta fall även en del av bygatan som gick mellan husen och gårdarna i Stenunge by. I Stenunge by finns en hel del stengärdesgårdar bevarade (efter laga skifte), mestadels enkellelagda sådana, som kräver vård och underhåll.

Själva byggnadsfasen inleddes under sommaren 2011 med restaurering av den gamla gärdesgården längs Mariavägens västra kant. I maj 2012 kunde vi dra igång rekonstruktionen av gärdesgården längs Mariavägens östra kant, arbete slutfördes i mitten av oktober 2012.

### Restaurering av den befintliga muren

Den ena av fägatans murar fanns alltså bevarad. Den är i stort enkellagd, dock är vissa partier dubbellagda, dessutom finns sträckor där muren stöder jordmassor. Muren var bitvis i ganska dåligt skick, nedrasad och ibland illa lagd med inväxt sly och gamla torrstubbar.

Två man gick över mellan tio och femton meter gärdesgård per arbetsdag. Mycket av arbetet rörde sig om att bygga upp nedrasade delar, i vissa fall demonterades hela partier eftersom stenen behövde läggas i en annan ordning än den som var. Ibland fick vi dessutom plocka ned muren för att komma åt att bryta upp stubbar och verkligen få bukt med sly som slog upp här och var i gärdesgården. Värt att notera är att strax innan norra ändan hade vi ned hela muren och kunde då konstatera att den knappt var nedgrävd något alls.

### Råvara till rekonstruktion av enkellagd stengärdesgård

Projektet har som sagt innefattat både restaurering och rekonstruktion, den restaurerade muren krävde knappt något tillskott av material, däremot fick all sten till den rekonstruerade muren köpas in. I början av projektet söktes i närområdet efter gärdesgårdar som skulle demonteras, dock utan resultat, vilket lämnade till alternativet att köpa in sten från naturgrustag. Att sten från naturgrustag valdes framför krossat berg, berodde naturligtvis på att befintliga murar till stora delar består av kullrig sten, dock återfinns även en del skärvad sten och för den delen även hållsten.

Storleken på stenen är något större i de gamla murarna jämfört med den rekonstruerade, en löpmeter gammal mur byggs upp av cirka 20 stenar medan den nya muren innehåller drygt 30 stenar på samma sträcka. Frågan om råvaror till kulturhistoriska objekt, restaurering och rekonstruktion, är en stor och svår fråga idag, inte minst inom byggnadsvården och även vad det verkar för landskapsvården. Originalmaterial berättar om historiska sammanhang, frågan är bara hur man väljer material till rekonstruktioner – enligt förlaga eller vad som finns att tillgå med någorlunda autenticitet för att inte störa det historiska? Hur som helst är kulturmiljövårdens tillgång på byggbar sten en svår nöt att knäcka eftersom brytning av sten många gånger kräver täkttillstånd, många lokala stenmaterial kan därmed vara oåtkomliga för



Restaurering av enkelmur.



Traktor med baksköpa användes för att flytta sten.

nyttjande. Icke att förglömma kan även materialvalet vara intimt sammankopplat med en viss arbets- och byggnadsteknik vilket kan gå förlorat/förvanskas då man tvingas välja atypiskt byggnadsmaterial.

Den ideala gårdsgårdsstenen av typen kullersten, var tämligen flat, gärna med ganska raka kanter. Emellanåt krävdes tillgång på hållar och skärv för att brygga över omöjliga möten, låsa samman muren och bygga krön. Det är alltid en stor utmaning att skapa en enkellagd stenmur med kullersten, det tar ett tag innan man lär sig råvaran och dess hantering fram till färdig och stabil mur. Ett är dock säkert att utan tålmod och stark ryggs står man sig kort, de flesta stenar finner man rätt läge för, utan att flytta runt dem till olika platser i muren, man får dock vända dem några gånger innan de passar. Ibland kommer det sten som helt enkelt inte går att använda, ofta är den då klotrund eller så oregelbunden i formen att den inte passar någonstans, det rör sig i regel om några procent av en leverans som måste vrakas i slutändan.

### Att bygga enkellagd gårdsgård

Vi har mestadels arbetat i lag om tre till fyra man, två till tre som byggde och en som körde fram material med traktor utrustad med baksköpa. Vid vissa arbetstoppar stod även två man och sorterade och lastade traktorn. Laget har i genomsnitt lagt drygt tio meter ny gårdsgård (i snitt 80 cm hög över färdig marknivå) per dag. Eftersom arbetet var tungt och vädret inte alltid det bästa, har vi sällan arbetat fulla dagar. Förutom ömma leder och ryggar, har inga personella skador uppstått.

I förberedelserna för gårdsgårdsbygget schaktade vi ur

en botten som nådde olika djupt. Tyvärr var vi på många sträckor hårt styrda av befintliga el- och teleledningarna som låg grunt i backen. Vi fick helt enkelt gräva grunt för att inte stöta samman med och gräva av ledningarna, detta kommer vi sannolikt att få betala genom att tjälarna kommer skjuta omkull en och annan murdel framöver. Dessutom har vi hela tiden dragits med risken att störa arkeologiska lämningar, muren går med stor sannolikhet genom lämningar av den en gång så täta bybebyggelsen. Vi nådde i några enstaka fall ned till överkanten av vad som verkade vara arkeologiska lämningar som således ligger kvar opåverkade. En del av gårdsgården grundlades på berg i dagen. Marknivåerna kring de båda mursträckningarna har justerats för att smälta samman med mur och omgivningarna.

Ett intryck säger att ju närmare marken desto bättre sten har använts, det var ju viktigt att muren vilade på stadig grund. Naturligtvis ökade även storleken på stenen närmare marken, grunden för muren bestod av en eller ibland två stenar, därefter blev muren absolut enkellagd. Ett annat intryck är att muren byggdes av kullersten av fyra olika storleksintervaller, från bottensten till toppsten som ibland var så små som en knuten näve. De fyra storleksintervallen uppstod naturligt då vi lärt känna råvaran, en mer eller mindre omedveten rationalisering av arbetet. Bottenstenarna marklyfte man inte, nästa sortiment som byggde ovanpå bottenstenarna kunde man med ansträngning lyfta en kort stund. Det tredje sortimentet kunde man flytta runt i muren med lyft, medan fjärde sortimentet kunde lyftas med en hand. Av detta förstår man att mycket av stenmureriet skedde i huvudet,



Robert Carlsson spräcker isär stora stenar med borrar och kil.



man granskade öppningen som skulle fyllas och bindas ihop varpå man sökte i högarna efter lämplig sten. Det krävdes mycket sten att välja av för att få ihop kallmuren, i synnerhet då det som här rörde sig om kullersten. I regel blev man förr eller senare stående med högar av sten som inte passade någonstans, man hade helt enkelt plockat ut all byggbar sten. Det blev ju ofta så att man hela tiden plockade av det största och vackraste.

Murlinjen har vi syftat efter ögat genom att lägga ut grundstenar med några meters mellanrum, naturligtvis har murlinjen i första hand berott av vägens sträckning. Muren lades hela tiden efter centrummått, vilket väl är helt naturligt för att uppnå viktbalans i den annars labila enkellagda muren. Om det handlat om stora bottenstenar har vi försökt räta linjen utmed vägen, alltså den sida som är mest synlig, med andra ord har vi förskjutit murlinjen något utåt på dessa bottenstenar. Vid muravslut utan stödjande grindsten eller liknande, har muren lagts dubbel en kort sträcka för att sedan övergå till enkellagd, detta har varit nödvändigt för att uppnå stabilt och beständigt hörn. Bevarandevärda träd har skonats genom att murarna på ställts en liten bit från träden, i form av en mer eller mindre tvär kurva.

### Avslutning

Med den iståndsatta fägatan genom Stenunge by, har vi levandegjort bymiljön ytterligare, fägatan har blivit ett ytterligare rum i vår by och den urgamla gatans historia har på sätt och vis visualiserats. Dessutom underlättas framtida eventuell landskapsvårdande förhållning genom att den nya muren gränsar av hagmarken utmed ån och bergen. Det är få idag levande som varit med om att bygga närmare 200 meter ny enkellagd gärdesgård. På en ordinarie gård i trakterna av Stenungsund, verkar man ha haft några tusen meter stengärdesgård som varje vår sågs över, vi har dock inte stött på någon äldre person som varit med om att bygga nytt.

#### PROBLEM OCH DISKUSSIONSFRÅGOR:

- Vid återskapande och rekonstruktioner av stenmurar – hur ska inskaffandet av material lösas?
- Vad är ett autentiskt material?
- Hur motiveras en rekonstruktion?

## RESTAURERING AV ENKELMURAD HUSGRUND

Hantverksintervju med Frank Karlsson och Magnus Sievertsson, kulturresevatet Äskhult i Halland

Text: Joakim Lilja, Foto: Frank Karlsson

Frank Karlsson arbetar med byggnadsvård i Halland. Magnus Sievertsson arbetar med murar och anläggning i Halland.

Kulturresevatet Äskhult består av en by med fyra gårdar. Bebyggelsen är tät och ålderdomlig på grund av att gårdarna aldrig flyttades ut vid laga skifte. Byggnaderna är välbevarade från både 17- och 1800-talen. Här finns enkelmurade gårdsgårdar, och husen står på grunder av sten.



Jönsas ladugård

### Jönsas ladugård

Ladugården består egentligen av både stall, fähus, lada och loge. Byggnaden är delvis timrad och delvis byggd i skiftesverk. På baksidan finns en vandring som driver ett tröskverk. Byggnaden ligger i en svag sluttning. Stenfoten på ena gaveln är endast ca 10 cm hög, medan den är ca 140 cm i andra. Det är en enkelmurad stenfot med lokal obearbetad sten.

### Skador på stenfoten

Skadorna fanns på långsidorna och gaveln med den höga stenfoten. Här är husväggen konstruerad i skiftesverksteknik. På långsidan med logporten hade syllstocken gått av i hörnet och vridit sig av trycket från väggen. Vridningen har gjort att stenfoten tryckts in och rasat. På bakre långsidan, mot vandringen, stod några stenpelare kvar som bar upp väggen. I övrigt var nästan hela den delen av muren rasad och stenen låg både på in- och utsidan. Gavelnsida såg ut att ha börjat ramla inåt, men efter att ha rivit ur golvet på insidan konstaterades att den var byggd med helt lodrät insida, och utsidan med sluttning, bredast i botten och avsmalnande uppåt. Utsidan var mer slätmurad med visesidor, och insidan ojämn. För ca 10 år sedan lades ett bjälklag och golv in i byggnaden. Bjälklaget hade då lagts på den befintliga murfoten på gavelnsida. Muren var inte byggd för att ta upp sådana belastningar, och tyngden från bjälklag, golv och höförvaring hade gjort sättningar i muren.



Skador på syll och stenfot.

En något märklig ekstolpe stod inmurad mitt i gavelväggens grundmur. Varför man valt att sätta en ekstolpe istället för sten vet vi inte, men kanske är det spår av en tidigare lagning och uppstämpling?

### **Restaureringen**

I samband med att trästommen restaurerades, gjordes även stenfoten i ordning. Stenfoten på gavelsidan, samt 5 meter på varje långsida närmast gaveln restaurerades. Genom att stämpla upp byggnaden i lång- och tvärband kunde byte av syllar ske, samt reparationer på stenfoten. Allt tryck på stenfoten släpptes, och den blev då instabil. Efter att trälågningarna utförts påbörjades stenarbetet. Alla skadade delar revs ner och alla de delar av muren som var intakta lämnades helt orörda. I en så instabil mur kan det vara svårt att begränsa rivningen till bara skadade delar, så det gällde att vara försiktig.

Det är viktigt i en enkelmur att ha överblick över murstenarna. Därför spreds materialet ut på utsidan för att lätt kunna se varje sten. Hörnstenarna plockades inte ner utan bara riktades upp med kilstenar. Inga grundstenar rubbades. De sättningar och markkompakteringar som skett under 200 år rördes inte. Om man skulle gräva under muren kommer marken oroas och nya sättningar ske, därför undveks det helt. Det sparar väldigt mycket arbete och tid. Muren var nedgrävd ca 20 – 30 cm, och de största stenarna låg i botten.

### **Långsidorna restaureras**

På långsidan med logporten plockades hela muren ner till grundstenarna. Det mesta av muren hade rasat inåt på grund av den skadade syllens vridning. På sträckan som var ca 5 meter, mellan hörnstenarna och logportens fasta stenar, så gjordes två tryckpunkter i muren. Det innebar att på två ställen murades helt upp till syllstocken så att den fick vila ordentligt på muren. De två punkterna tog upp belastning från byggnaden. Den övriga muren gick upp så nära som möjligt mot syllan, men inte nödvändigtvis helt mot. De fungerade mer som utfyllnad. Stenarna var hanterbara för hand, och inga maskiner eller lyfthjälpmiddel behövdes. De största stenarna lades i botten för att slippa svåra lyft.

Långsidan mot vandringsen hade redan två stempelare som bar upp byggnaden. Här byttes inte syllan, utan en-



Magnus Sievertsson arbetar med enkellagd stenfoot.



Jönsas ladugård efter restaurering av både träkonstruktion och stenfoot.

dast stenfoten murades upp. Det mesta av materialet från den nedrasade muren låg kvar. Kompletterande sten hämtades från en stenhög som samlats ihop till murningen.

### **Gaveln restaureras**

Gavelsidan revs delvis ner där skadorna fanns. Den lutning som muren hade återskapades. De måste ha haft en tanke med att bygga den i lutning. Kanske blir muren stabilare? De största stenarna användes i botten, så det blir ju också naturligt att muren smalnar av upptill. Undrar om trycket fördelas även i murens tjocklek på en sådan här mur, eller om trycket ändå går ner i rak linje från huset?

### **Att mura enkelmurad husgrund i Äskhult**

Stenen i Äskhult är ganska platt och regelbunden. Därför eftersträvas en ganska jämn skiftgång. Förbandsmurning är viktig så att trycket från byggnaden fördelas ut i sidled i muren. Fogarna i den gamla muren var ganska stora, det var alltså ingen direkt tät mur. De punkter som var intakta och bärande rördes inte. Därför blev det ett pusslande att mura mellan dessa fasta punkter. Det är viktigt att murens botten ligger rakt under huset, så att trycket hamnar helt och hållet i muren.

Om inte stenen vill ligga på tre försök, så läggs den tillbaka i högen och får hitta en annan plats. Det är onödigt att lägga för mycket tid på en enskild sten som inte vill ligga av sig själv. Kilning av sten användes inte. För att en kil ska ligga kvar behövs ett tryck, och det blir det inte riktigt i en enkelmur. Varje sten ska ha flera stödpunkter så den ligger fast av sig själv. Däremot användes några träkilar av ek för att skapa bra kontakt mellan stenfot och syll. Det verkade vara gjort så tidigare på några ställen och kan vara användbart om det är svårt att få till mötet mellan mur och syll.

Byggytan läggs i våg eller svagt utåt lutande för att inte regnvatten ska ledas in i byggnaden.

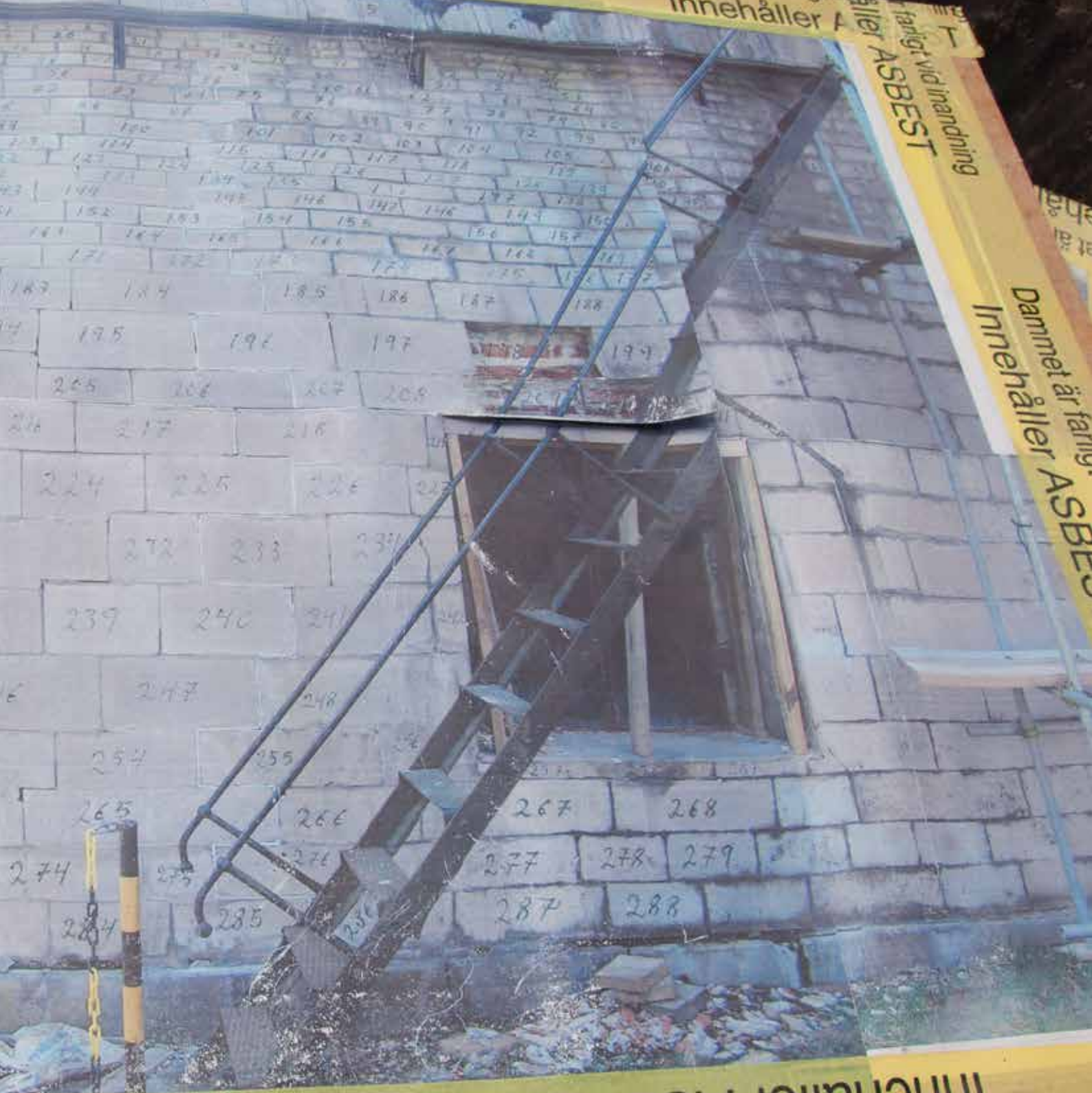
### **PROBLEM OCH DISKUSSIONSFRÅGOR:**

- Hur får man god kontakt och förband mellan den intakta muren som inte rivs, och den nymurade restaurerade muren?
- Hur stor del av muren behöver rivs för att komma åt skadorna - är det mer än det skadade partiet?
- När väljer man att numrera och återföra byggstenar på exakt samma ställe i muren, och när är det motiverat att helt plocka om och mura utan hänsyn till det gamla?

Innehåller ASBEST

Innehåller A

eller ASBEST  
farligt vid handring



Dammet är farligt  
Innehåller ASBEST

Innehåller ASBEST

Innehåller ASBEST

SKALMURAR



»It's all in the hearting«

*Engelsk murarvisdom*

Stenmur längs med väg  
i Bråbo, Småland.



# SKALMURAR

Naturstensmurar som har två murade sidor, med kärna av sten- eller jordpackning, kallas för skalmurar. Kärnan kan innehålla endast sten, eller olika jordar som till exempel lera eller sand. Kärnan kan också bestå av kalkbruk blandat med sten.

## GÄRDSGÅRDAR

Gärdsgårdar kallas ofta de skalmurar som finns i odlingslandskapet. Kärnan består av sten i olika storlekar. De flesta gärdsgårdar byggdes under 1800 och 1900-talet. När plogen slog igenom krävdes stenfria åkrar. Att bygga gärdsgårdar blev ett effektivt sätt att få bort stenen. Gärdsgården kan samtidigt ha funktion som hägnad, gränsmarkering eller dränering. Gärdsgårdar av den här typen är vanliga i södra Sverige.



Stenmur mellan hus i fiskeläget Revsudden. Kalmar, Småland.



Kyrkogårdsmur byggd med fältsten (löst liggande sten). Berga, Mariestad, Västergötland.



Gårdsgård som omgärdar en ödetomt. Törnbergavägen, Mariestad, Västergötland.



Gårdsgård med sprängsten och fältsten. Bråbo, Småland.



Gårdsgård intill stenhuggeri. Tjurkö, Karlskrona, Blekinge.



Kyrkogårdsmur av kalksten. Kungslena kyrka, Västergötland.



Kyrkogårdsmur vid Berga kyrka, Mariestad Västergötland.

## SKALMURAR I BYGGNADER

Skalmurar förekommer också i husgrunder och väggar i byggnader. De kan vara oisolerade eller isolerade.

### Oisolerad husgrund och vägg

Husgrunder och väggar som har en kärna av endast sten har ingen isolerande effekt. Den hittas i byggnader som inte behöver ha frostfritt i eller under huset.

### Isolerad husgrund och källarvägg

En isolerad skalmur har en kärna av jord eller någon form av bruk. En jord- eller bruksfylld mur tål inte vatten ovanifrån och måste skyddas från regn. Den är vanlig i jordkällare och källargrunder som ska hålla frostfria temperaturer, eller vara uppvärmda.

### Husväggar

Skalmurar med kärna av kalkbruk och sten finns till exempel i medeltida kyrkväggar, samt ladugårdsväggar från de senaste århundradena. Ladugårdsväggar eller andra husväggar kan också ha en kärna av endast sten, men måste då tätas genom att fogas eller putsas med bruk på in- och utsida, för att få väggen isolerande.



Frontmuren på jordkällare som är isolerad med en kärna av jordpackning. Äskhult, Halland. Foto: Bertil Lindgren



Källarväggar kan vara fyllda med sten, jord eller murbruk, och tätade med kalkbruk i fogarna. Lotsgården, Revsudden, Småland.

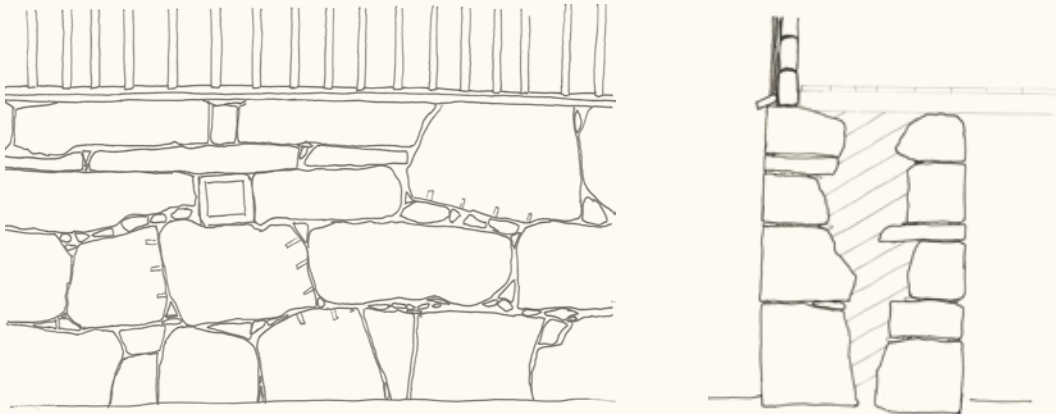


Uthusvägg med kärna av sten, fogad med kalkbruk. Örnans kulturresevat, Skåne.

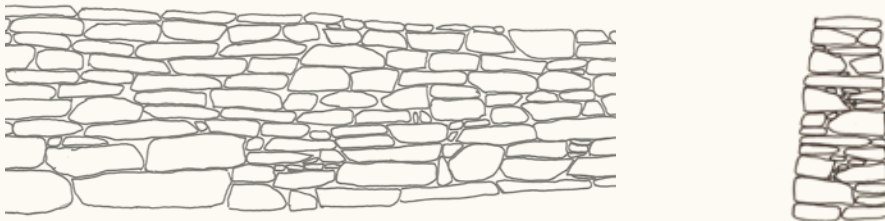
# Förklaring av konstruktionen



Skalmur med kärna av sten. Den här typen är vanligast som fristående gårdsgård. Bredden på gårdsgårdar varierar från 50 cm upp till flera meter. Höjden kan också variera från 50 cm till ca 2 meter.



Isolerande skalmur med kärna av jord och sten. Den här typen av mur är vanlig som källarvägg under hus, eller i frontmuren på jordkällare. För att jorden inte ska rinna ut tätas insidan noga med kilstenar i alla springor. Oftast används den jord som finns på platsen. Det får inte komma in vatten i konstruktionen. Då finns risk att jorden rinner ut, och att det blir frostsprängningar. Konstruktionen skyddas från regn uppfifrån. För att undvika att regn leds in i konstruktionen från sidan så byggs muren i lod, samt att inåtlutande byggytor på murstenen undviks.



Dubbelmur med kalksten. Murar som är smala och knappt har plats för kärna brukar kallas dubbelmur.

## GRUNDLÄGGNING

Grundläggningen är viktig för murens stabilitet. Målet är att marken under muren ska röra sig så lite som möjligt. Marken ska vara kompakt och inte hålla vatten. Är marken mjuk kan stenarna pressas ner ur läge av tyngden från muren. Håller jorden vatten kan frostsprängning flytta grundstenarna ur läge.

Matjorden tas alltid bort. Matjord är det översta lagret på marken som innehåller levande organismer, rötter och nedbrutet organiskt material. Det är ett ostabilt lager som rör sig och måste avlägsnas. Under matjorden ligger platsens jordart. Den avgör till viss del vilken grundläggning som görs.

Det finns tre vanliga sätt att göra grundläggningen för muren:

1. Ta bort matjorden och lägga grundstenarna direkt på marken under.
2. Ta bort matjorden och sedan mekaniskt kompaktera marken som finns under.
3. Gräva ner till frostfritt djup, dränera och sedan fylla schaktet med sten som kompakteras noggrant.

Metoden att lägga stenen direkt på marken har framförallt använts till enkelmurar. Om metoden ska användas till andra murkonstruktioner krävs att marken naturligt är kompakt och väl-dränerad. Om jorden är dränerad men inte kompakt kan den kompakteras genom att knytnävsstora stenar drivs ner tills det blir hårt. Det kan göras med slägga, jungfru eller vibratorplatta. Det är vanligt att grunden görs något bredare än själva muren.

Metoden att gräva ur till frostfritt djup och fylla med sten är den mest resurskrävande metoden. Det finns också en risk att det urgrävda diket fungerar som stenkista som fylls med vatten, särskilt i lerhaltig jord. Det är helt nödvändigt att se till att inget vatten blir stående utan dräneras bort. Stenpackningen som består av skrotsten och småsten i blandade storlekar som läggs omsorgsfullt så att inga håligheter uppstår och kompakteras varje 20 cm. Idag används ofta bergkross vid nybyggnationer. Använd inte släntrianmässigt den här metoden, då det är kostsamt och kan skapa problem med hur vattnet rör sig i marken.

På helt ostabila blöta marker där ingen fast mark finns har pålning och rustbädd använts. Det är fundament i trä

som måste ligga helt under grundvattennivån för att inte ruttna. Denna grundläggningsteknik beskrivs inte här.

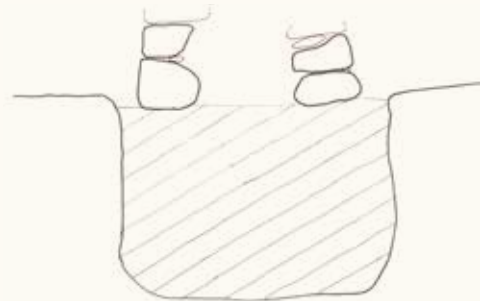
I vilken utsträckning de olika metoderna använts på äldre murar är ganska oklart. Det varierar förmodligen från mur till mur. Platsens förutsättningar, murens funktion och konstruktion, markens beskaffenhet, resurser vid uppförandet har spelat – och spelar fortfarande roll vid valet av grundläggning.



Enklaste formen av grund. Endast matjorden borttagen.



Matjorden borttagen och jorden kompakterad. I det här exemplet används också murfot under marknivå för att förbättra grunden.



Grunden urgrävd till frostfritt djup. Schaktet fyllt med sten som kompakterats. Är jorden vattenhållande måste dränering göras.

## MURFOT OCH BOTTENSKIFT

Det förekommer att en så kallad murfot ligger strax under marknivån. Detta görs för att fördela vikten av muren på en större yta. Detta förbättrar grundläggningen avsevärt.

Första skiftet i muren brukar kallas bottenskiift. Ofta ligger de största stenarna i bottenskiftet av praktiska skäl - man slipper lyfta dem. Det ser också bra ut.



Murfot som förstärkning av grunden. Ambjörnstorp, Gudhem, Västergötland.



Bottenskiftet läggs med de största stenarna och riktas in efter murarlinan. Lassegården, Mariestad, Västergötland. Foto: Cecilia Blomkvist

## MURSTENEN

En mursten som ingår i ett murverk måste ha tydliga sidor med lämpliga vinklar i förhållande till varandra. Uppfyller inte stenen kraven på sidor, så används den till fyllnads-material inuti, under eller bakom muren. Bedömningen av vilka stenar som anses tillräckligt bra görs av hantverkaren på plats vid bygget. Oftast är det endast en del av all sten som går att lägga i den synliga muren. Det går att skapa mursten genom att bearbeta och tukta sten, men det tar mycket tid och undviks så långt som möjligt.

Murstenen kan vara mer eller mindre god i olika konstruktioner. Det kommer också an på hur omsorgsfull stenmuraren är, och vilken sten som finns att tillgå. En del gårdsgårdar är murade med ganska rund sten. De murarna blir inte så släta, och har stora fogar. Andra gårdsgårdar är murade med minutiös omsorg om material och linje. Skillnaden i tidsåtgång vid uppförandet är förmodligen stor. I särskilt krävande konstruktioner, t.ex. valv väljs bäst mursten.

Det finns inga speciella mått på storleken på en mursten. Huvudsaken är att den uppfyller kriterierna för en bra sten att lägga. I murar med ojämn skiftgång är det helt nödvändigt att blanda större och mindre mursten för att få en tät och fin mur. Tillgången på lyfthjälpmiddel avgör hur stora stenar det går att lägga högre upp i muren. I bottenskiftet läggs de största stenarna. Om inga lyfthjälpmiddel finns att tillgå, används så kallad handsten. Det är sten som är tillräckligt hanterbar för att lyfta på plats för hand utan lyfthjälp, eller med enkla hjälpmedel som spett, stensbår och ramp. Det blir naturligt att störst sten används i botten av muren. Dock blir inte en mur med stora stenar automatiskt starkare - det går att bygga relativt stabila och stora murverk med enbart handsten.

Olika grader av bearbetning kan användas till murstenen. Man kan välja helt obearbetad sten och får då välja bland mycket sten (fältsten, letesten, natursten). Det går att dela och kanta sten med släggor (skärva), eller kila isär den (klyva, spräcka, kila, kopp). Att hugga sten i block (kvader) med olika mejslar är den mest krävande metoden och fungerar bara på vissa bergarter. Nuförtiden finns sprängsten som ett alternativ. En del bergarter delar sig naturligt i skivform, vanligen kalksten och skiffer, men det finns även andra bergarter som har liknande struktur och egenskaper.

Obearbetad sten. Kallas ibland fältsten eller märksten. Känns igen på rundade nötta kanter. Vanlig i gårdsgårdar, ofta i kombination med sprängd sten. Törnbergavägen, Mariestad, Västergötland.



Sten som både sprängts ur berg, men också klyvts isär med borrhjul och kilar. Känns igen på kantig form, släta ytor, och att det finns märken efter klyvning. Vanlig i alla skalmurar. Hasselbacken, Mariestad, Västergötland.



Sten som kommer från en modern bergtäkt, sprängsten. Väldigt kantig och oregelbunden form. Används i nyanläggning av murar. Göteborgsvägsrundellen, Mariestad, Västergötland. Muren byggd av Ingemar Johansson från Skövde.



Sten som naturligt är skivformad. Här i kombination med runda stenar. Kungslena, Västergötland. Restaurerad av Bowenius stenmontering.



## SKIFTGÅNG

Det finns två huvudsakliga typer av skiftgång inom naturstansmurning - jämn och ojämn. Materialet styr hur skiftgången ser ut. Regelbundna stenar med platta ytor ger jämn skiftgång. Oregelbundna stenar med många vinklar ger ett ojämn skiftgång. I murar med båda sorters material kombineras jämn och ojämn skiftgång.

### **Jämn skiftgång:**

Jämn skiftgång används när stenen är regelbunden. Kalksten och skiffer är exempel på bergarter som läggs jämnt eftersom de är skivformade. Även andra bergarter, eller stenar som bearbetats till block kan läggas jämnt. I jämn skiftgång ligger stenen i våg och stenarna i ett skift är lika höga. Skiften kan bli olika höga då stenar av en viss tjocklek används till samma skift. Eftersom stenen är regelbunden, skapar hantverkaren regelbundna ytor och skift.

### **Ojämn skiftgång:**

Övriga bergarter som inte bearbetats ger oftast ojämn skiftgång. Det innebär att stenarna i ett skift är olika höga, och har oregelbundna vinklar. Hantverkaren skapar oregelbundna ytor och skift för att få stenen att passa.

## FÖRBAND

Att mura i förband är nödvändigt för att få muren stark och hållbar. Syftet är att fördela vikten i murverket på så stor yta som möjligt, låsa fast alla stenar genom det tryck som bildas, och att fördela rörelser så inte enskilda stenar eller partier rör sig. Man strävar efter att varje sten som läggs har god kontaktyta med de två underliggande stenarna - en på två. Om alltför många fogar kommer på varandra kallas det tjuvförband och ger försvagningar i murverket. Ändå förekommer tjuvförband rikligt i äldre murar med ojämn skiftgång.

## »En på två«

*Förbandsmurning för en stark mur*



Jämn skiftgång med starkt förband. Alla stenar vilar på två underliggande. Två fogar på varandra accepteras.



Jämn skiftgång med svagare förband än exemplet ovan. Är det fler än två fogar på varandra kallas det bandtjuv, och blir en svaghet i murverket.



Ojämn skiftgång med starka förband. Om murstenarnas storlek varierar kraftigt används flera fogar på varandra för att bygga ikapp skifthöjden.



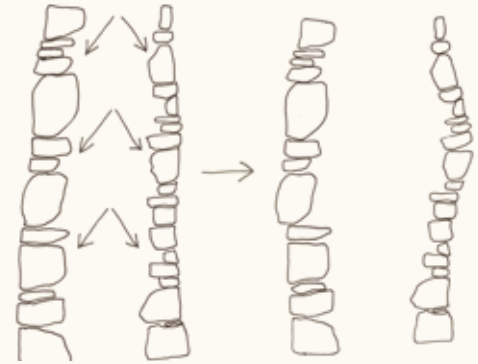
Ojämn skiftgång med svaga förband och många bandtjuvar.



## BINDARE OCH LÖPARE

Bindestenar är viktiga för höga skalmurar. De går antingen rakt igenom muren och skapar kontakt mellan de båda murade sidorna, eller så binder de in i kärnan. Det motverkar kärnans utåttryckande kraft, som kan leda till att muren kalvar ut.

Löpare är stenar som har sin längsta sida i murens riktning. De är viktiga för att fördela vikt och rörelser i muren. Förhållandet mellan löpare och bindare i murverket beror både på funktion muren har och på vilken mursten det finns tillgång till. I en mur som ska tåla rörelser bör finnas många bindare. I en källarvägg som är isolerad kan det t.ex. vara bra att undvika helt genomgående bindare, då de kan skapa köldbryggor.



I en hög skalmur finns det risk för att kärnan skapar en utåttryckande kraft som får mursidorna att kalva ut. För att motverka kraften används bindestenar.



Bindestenar binder in i kärnan och gör att skalmuren bildar en förbindelse mellan kärna och mursidor. Löparen skapar stabilitet i själva mursidan. Konstruktionen avgör hur fördelningen av bindare och löpare görs.

Stark skalmur där alla stenar ligger på plattan. Både till hälften- 2/3- och helt genomgående bindare.



Äleklinta, Öland.

Svagare skalmur med många stående skivor. Mest 2/3 bindare, men även helt genomgående. Stående stenskivor är en osäker byggt teknik som inte används längre idag. Fogas med kalkbruk för att tätta och stabilisera. Det är viktigt att muren är skyddad från väta och frostsprängningar, annars risker att muren förfaller som på bilden.



Örnans kulturresevat, Skåne.

Mur med kärna av kalkbruk och sten. Kalkbruk är ett svagt bindemedel och kan inte självt utgöra kärnan. Sten i olika storlekar trycks in i kalkbruket.

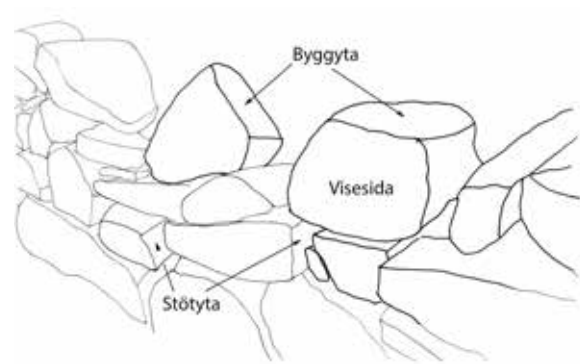


Ramundeboda, Örebro.

## STENENS SIDOR I MUREN

Sidan som visas utåt och är synlig i muren – visesidan, bör vara så slät som möjligt och falla väl in i murens yta. När en sten är lagd i muren kallas den övre delen av stenen för byggyta och det är på byggytan som stenen ovanför i murverket vilar. Byggytan ska även skapa förutsättningar för nästa sten att ligga stadigt och i förband. Undersidan av stenen som vilar mot byggytorna kallas ibland ligggyta. Den bör också vara så stor som möjligt.

Stenens ändrar ska ligga helt mot varandra och kallas ibland stötytor. De har funktionen att stenen inte vrider sig ur läge.



## FOGAR

Fog kallas det mellanrum som bildas mellan stenarna i den synliga muren. Att få täta fogar mellan alla ytor är något som hela tiden eftersträvas vid murningen. Det ger muren ett vilsamt och helt utseende om stenarna ligger an så mycket som möjligt mot varandras ytor. Det skapar också bra tryckytor mellan stenarna. Fogarna kan tätas med skärv efter att muren är klar (pinning).



För att få en tätare mursida kan småsten kilas in i alla springor. Detta kallas på engelska för »pinning«. Örnans kulturresevat, Skåne.

## INPASSNING AV MURSTENEN

Varje enskild sten genomgår samma procedur av inpassning när den ska läggas på plats. Här är de bedömningskriterier för inpassning i skalmurar och stödmurar, som är vanligast för att godta varje lagd sten i murverket:

1. Den ska ha en fin *visesida* som i sin lutning/vinkel faller väl in i muren.
2. Rejäla *ligg- och byggytor*, och helst även *stötytor* som ligger väl mot varandra.
3. Stenen förhåller sig till *linan och linjen* acceptabelt
4. Den ska *kilas fast* i bakkant tills den inte går att rubba, stendöd.
5. Beroende på skiftgång läggs den *jämn eller ojämn* och i *förband*, och som *löpare eller bindare*. Det ska vara god kontakt mellan murstenarna och den kompakta kärnan.
6. Byggytan ska inte *luta* utåt i en fristående gårdsgård. Strävan efter våg eller svagt innåtlut. Skalmurar med jordpackning är tvärtom, då ska kraftigt inåtlutande byggytor undvikas för att inte leda in vatten i konstruktionen. I de murarna läggs byggytan i våg eller mycket svagt utåtlutande.
7. Sträva efter *små fogar*, det ser bäst ut. I en mur med ojämn fältsten accepterar man dock ganska stora hål, så länge muren följer linjen. I en mur med jämn skiftgång och kantig, sprängd eller bearbetad sten förväntar man sig inte lika stora fogar. Låt inte en spetsig yta möta en plan yta.
8. *Hjälpstenar, inpassare och utfyllande stenar* är en hjälp att få flyt i murningen.
9. Håligheter och mellanrum mellan stenar i murens bakkant *fills ut* med mindre sten och kilsten.
10. *Kärnan packas* mycket omsorgsfullt då den är en viktig del av konstruktionen. Arbetet med kärnan tar också en stor del av arbetstiden.

»Varje sten kilas fast tills den inte kan röra sig – stendöd«

## MURKÄRNA

Skalmurens kärna är en viktig och stor del av konstruktionen. Murens hållbarhet kommer an på hur väl arbetet med kärnan utförs. Ordet packning används för att signalera att kärnan ska vara tät och kompakt.

### Om kärnan består av stenpackning

Varje sten ska läggas med omsorg så att inga hålrum bildas i kärnan. Det brukar kallas att stenen ska bottna. Att blanda storlek på stenen är bra, då låser det bättre. Använd inte mindre bergkross av typen 16-32mm, den rinner ut i fogar och spränger på sikt isär muren.

### Om kärnan består av jordpackning

Jord har inte betydelsen matjord. Jord syftar på det lager som ligger under matjorden, dvs platsens jordart. Den kan vara allt från sandig till lerig eller blandad som morän. Naturstenskonstruktioner förekommer på alla jordar. Murar med jordpackning är i Sverige vanligast i frontmuren på jordkällare, eller i andra källarväggar. Jordpackning tål inte vatten utan måste skyddas från regn uppifrån. Fogar och mellanrum på insidan tätas helt med småsten och skärv för att jorden inte ska rinna ut i fogarna. Jorden kompakteras genom att knytnävsstora stenar omsorgsfullt drivs ner i packningen.



Skalmur med kärna av sten. Äleklinta, Öland.

## UTFYLLANDE OCH INPASSANDE STENAR

Det uppstår ofta större och mindre håligheter i den synliga mursidan. Det går att fylla ut håligheterna med mindre sten. När muren är färdigmurad kan även alla springor tätas med tunna kilar och småsten som lätt knackas in. I England kallas detta för pinning. Åsikterna om utfyllande stenar går isär. Vissa menar att de har en låsande funktion i murverket och ger muren och kärnan stabilitet, medan andra tycker bara det är fult och saknar funktion.

Ibland är det praktiskt att flytta isär två murstenar för att få bästa möjliga förband. Det hålrum som uppstår fylls ut med en inpassande sten - en inpassare.

## HJÄLPSTENAR

I vissa fall behöver en större mursten passas in mot det undre skiftet, eller höjas några cm för att komma i rätt läge. Då läggs stenar in under. Det kan kallas för hjälpstenar. Dessa är synliga i muren. Hjälpstenar används oftast



Hjälpstenar som lagts för att få de avslutande stenarna i rätt nivå, och utfyllare som fyller håligheter. Tjurkö, Karlskrona skärgård, Blekinge.

för att justera ett skift och ge en större sten god kontakt med de underliggande, samtidigt som fogarna blir täta. Det är också användbart för att få det avslutande skiftet att hamna i rätt nivå. Gränsen mellan utfyllande- och inpassande stenar och hjälpstenar är ibland flytande.

## KILANDE STENAR

Kilstenar har funktionen att låsa en mursten på plats i dess tänkta läge (andra vanliga benämningar är skol, lus, flis, skärv). Kilarna sätts i bakkant på murstenen och syns då inte i den färdiga muren. Efter kilningen ska stenen inte gå att rubba när den belastas ovanifrån. Man kan även behöva kila i framkant. Kilarna ska minst vara handflatsstora, och tillräckligt tjocka eller tunna för att fylla det utrymme som krävs. Kilarna ska också vila ordentligt på underliggande sten eller packning, utan att riskera att fara ut. Kilarna låses fast när det kommer tryck på stenen. Ibland ligger murstenen bra utan att behöva kilas.



Kilning i bakkant av murstenen är ett viktigt moment i inpassningen av stenen.

## MURENS LINJE OCH LUTNING

Det är viktigt för murens utseende och stabilitet att den har en rak, slät och jämn sida. För att få en rak mursida används murarlina som fästs i käppar eller någon typ av ställning. Vid restaureringar kan det vara användbart att endast använda ögat, eller en rät planka som läggs mot den befintliga muren. Tränade murare kan göra kortare mursträckor endast med ögonmått och fluktning från sidan.

Lutningen på muren avgörs av dels av materialet, och dels av murens funktion. Lutningen kan variera mellan 1:5 – 1:20. Ju rundare sten desto större lutning. Isolerade vägar och husgrunder brukar ligga helt i lod, för att undvika vattenintrång i konstruktionen.



Stödmur med svag lutning på mursidan. Karleby, Mariestad.

»Hjälpstenar används för att justera ett skift och ge en större sten god kontakt med de underliggande«

## STÅENDE OCH LIGGANDE STENAR

Om murstenen har formen av en skiva kan den läggas på flera sätt i muren. Det mest stabila och naturliga är att lägga stenen på plattan, antingen som bindare eller löpare. Att ha en sten stående med kortsidan visad ut uppfattas av många murare som fel eller fult. Det sista alternativet är att ha stenen stående på högkant med den stora ytan synlig. Det bygger mycket på höjden, men tappar i stabilitet och kräver goda bindestentar. Den typen av murning anses vara alltför osäker och används sällan idag, men hittas på en del äldre byggnader. Stående stenar i botten-skiftet kan stabiliseras genom att de grävs ner.



Stående stenar på höjden uppfattas av många murare som misspyrdande, kanske för att de skapar onödig instabilitet. Foto: Bertil Lindgren



Stående långsgående nedgrävda stenar i botten-skiftet. Metoden är osäker och de vill gärna börja luta utåt med tiden. Holmestads kyrka, Götene, Västergötland. Foto: Bertil Lindgren

# Hantverksinstruktioner

I det här avsnittet beskrivs vanliga hantverksmoment vid murning av skalmurar. I många fall går de även att tillämpa på stödmurar.

## GRUNDLÄGGNING

Matjord tas alltid bort och används inte till några delar i konstruktionen. Matjorden innehåller mull, småkryp, växter, rötter mm. Sortera undan matjord i en egen hög för att inte blanda ihop den med övrig jord. Beroende av plats kan matjordslagret variera väldigt mycket, från några cm upp till 50 cm. Det brukar märkas när matjordslagret tar slut, det blir en annan färg eller struktur i jorden.

Känn efter hur hård jorden känns. Är det mjukt behöver jorden kompakteras tills den blir hård. Kompaktering-

en görs med slägga, jungfru eller vibratorplatta. Knytnävsstora stenar slås eller vibreras ner i marken tills det blir helt stumt och hårt. Ett sätt att kontrollera hårdheten är att sticka ner fingret i jorden. Om jorden då når längre än fingrets första led är det för mjukt.

## Frostfritt djup och dränering:

Överväg alltid om det är nödvändigt med frostfritt djup på grundläggningen. Det är ett stort, dyrt och omfattande arbete att ordna med grävning, transport av material och eventuell dränering. Kompaktera lager om 15 cm. Här kan användas bergkross om det inte finns krav på annat. Eventuell dränering läggs med fall och avrinning. Bygg inte en stenkista som samlar vatten!

Om metoden att kompaktera marken är möjlig att använda så minskar både kostnad, tidsåtgång och risken att vattnets rörelser i marken förändras okontrollerat.



Espen Marthinsen kompakterar befintlig jord med slägga och småsten. Ambjörntorp, Gudhem, Västergötland. Foto: Pontus Carlsson



Kompaktering av befintlig jord med hjälp av padda och småsten. Foto: Espen Marthinsen



### Murfot

Med murfot förstärks grundens stabilitet avsevärt. Det används vid större skalmurar och stödmurar, eller när markförhållandena är osäkra. Murens vikt och tryck förselas ut på en större yta och risken för sättningar minskar. Den mest stabila grundläggningen är med dubbel murfot. Murfoten läggs oftast under marknivå och döljs.

### Bottenskiift

De största stenarna läggs vanligtvis i bottenskiftet. Det går även bra att blanda med mindre sten. Lägg ut en sträcka i taget. Stenarna ska ligga helt mot varandra. Var extra noga med att använda spett och kofot vid förflyttningar och justeringar av stora stenar. Det tar kanske lite längre tid, men kroppen tar inte så mycket stryk. Håll linjen och rikta stenens överkant efter linan. Packa kärnan mellan murens sidor.



Joakim Lilja lägger bottenskiftet efter lina. Lassegården, Mariestad, Västergötland. Foto: Cecilia Blomkvist



Dubbel murfot på jordfylld skalmur. Hela murfoten hamnar under marknivå och blir inte synlig i den färdiga muren. Ambjörntorp, Gudhem, Västergötland.

## MURNINGSSTRATEGIER

Hur en sten läggs i murverket kommer an på hantverkarens bedömningar och omsorg. Därför lägger varje hantverkare sten på ett individuellt sätt, och använder sig av sina egna strategier som utarbetats över tid. Det är också beroende av vilken skiftgång materialet tillåter. Indelningen i jämn och ojämn skiftgång är för att visa yterligheter. I praktiken kan murar ha mer eller mindre av jämn eller ojämn skiftgång.

### Strategier för jämn skiftgång:

Jämn skiftgång används när stenen är platt. Sträva efter att mura i våg. Två intelligande stenar ska ligga med byggytorna i samma höjd. Det innebär att stenarna i ett skift har liknande tjocklek. Ibland kan det behövas ett språng i tjocklek, och då görs det så högt att två tunna stenar på höjden blir samma som en kraftigare. Det går också att använda hjälpstenar för enskilda stenar som är tunnare. Undvik att lägga fler än två fogar över varandra.

### Strategier för ojämn skiftgång:

Att lägga ojämn skiftgång innebär att skapa förutsättningar i muren där det passar att lägga ojämn sten. Det betyder att muraren oftast undviker helt jämna platta skift. Ojämn sten kräver ojämn skift. Materialet ska styra utformningen. Med oregelbunden sten skapas oregelbundna ytor. Tänk att du skapar ett fack, eller en vinklad yta för nästa sten. När skiftet behöver byggas ikapp vid en stor sten kan det förekomma fler än två fogar ovanpå varandra.



I jämn skiftgång skapas platta skift. Inpassare används för att få upp en något tunnare sten till rätt nivå. Ett skift kan byta tjocklek med ett språng. Kungslena kyrka, Västergötland.

Det finns två vanliga sätt att förhålla sig när en sten ska läggas i ojämn skiftgång.

1. Studera utrymmet för nästa sten i skiftet, och leta efter en sådan sten som troligen kan passa där. Oftast finns inte exakt en sådan sten, utan det blir en liknande – god nog. Vanligen vänds stenen runt och prövas på alla sina möjliga sätt, om det behövs. Finns inte någon sten som liknar den man vill ha så tänker man snabbt om och hittar en lösning med en helt annan sten, eller flera olika. Här går det att öva upp skickligheten i att hitta en lämplig sten att lägga, utan att behöva testa flera stenar först.

2. Den andra strategin är att ta en god mursten i högen och ta med den till muren för att se var den passar. Sedan läggs den på valfri plats i muren. Stenen vrids och vänds tills den finner sin plats.

Båda dessa sätt har för och nackdelar. I praktiken används de ofta tillsammans, då man testar en sten på en plats i muren. Om den inte passar, så istället för att lägga tillbaka stenen på marken, så testas den på en annan plats i muren. Målet är ett bra flöde i arbetet, och att slippa lyfta sten i onödan.

### Att lägga ett skift i taget eller trappa ner

Antingen muras skift för skift på en längre sträcka, eller så byggs muren successivt upp till färdig höjd och trappas ner på skiften. Om murningen sker skift för skift packas kärnan efter varje skift. Detta gäller särskilt jordpackade murar. Om murningen sker successivt upp färdig mur packas kärnan där det behövs.



I ojämn skiftgång skapas ojämn skift. Vinklar och fack ska passa materialet. En stor sten kan byggas ikapp med mindre. Törnbergavägen, Mariestad, Västergötland.

## INPASSNINGSPROCEDURER

Varje sten som läggs i muren måste uppfylla ett antal kriterier - Stenen ska passas in. Dessa får ses som tumregler att sträva mot. Det blir ofta fråga om att göra små avsteg, och det är upp till hantverkaren att avgöra om det är acceptabla avsteg.

### Lämpliga ytor på byggstenen

Stenen ska ha en fin visesida som i sin lutning/vinkel faller väl in i muren. Undvik visesidor som lutar tvärtom mot mursidans lutning. Det kan leda in regnvatten i muren. Det ger också ett oroligt utseende.

Använd rejäla ligg- och byggytor så stenen ligger stabilt. Stenen ska ha kontakt med de två underliggande stenarna för att vara i förband. Stenen ska också ha kontakt i sin bakkant, antingen i packningen eller på de undre murstenarna. Tänk att murstenarna ska ha tryckpunkter, helst trycktytor, mot varandra. Varje sten i muren ska vara med och skapa ett tryck mot de andra. Det är också friktionen mellan stenarna som skapar stabilitet i muren, och därför är trycktytor bra.

Byggytan ska inte luta utåt i en gårdsgård. En vanlig orsak till ras i gårdsgårdar är byggytor som lutar för kraftigt utåt. Då finns det risk att den ovanpåliggande stenen rör sig långsamt utåt genom små vibrationer. Sträva efter våg eller svagt inåtlut. I isolerande skalmurar med jord- eller brukspackning undviks inåtlutande ytor för att inte leda in vatten i konstruktionen. Då är våg eller mycket svagt utåtlut att föredra.

Undvik kraftigt spetsiga stötsidor, tukta till om det behövs. Detsamma gäller stötsidor som tvärtom är väldigt trubbiga. Det leder ofelbart till håligheter och stora fogar. Det är viktigt för murens utseende att stötytorna ligger väl mot varandra. Lagg omsorg på att hitta den sten som möter föregående sten på ett bra sätt. Det är användbart att använda kantjärn för att tukta stötfogen.

### Sortering och prioritering av materialet

Att sortera materialet vid arbetsplatsen underlättar byggandet. Lagg materialet till kärnan i högar nära till hands. Lagg murstenar på ett ställe där de går att sprida ut och komma åt. Det är väldigt bra att ha överblick över materialet - då går det smidigare att välja och prioritera lämpliga stenar.



Plan över skalmur. Den övre mursidan har god kontakt mellan murstenarnas stötsidor. Den undre mursidan har svagare kontakt mellan stötsidorna. Sträva alltid efter att lägga som den övre mursidan - det ger muren bättre stabilitet.

Om materialet är väldigt ojämnt, och det är brist på riktigt bra mursten, sorteras den bästa stenen ut till hörn och avslut (eller andra krävande konstruktionsdelar). Då prioriteras materialet, så att inte all bra sten används först.

### Förband

Det är viktigt att lägga med förband. I jämn skiftgång är det mycket enklare och mer logiskt att lägga tydliga förband. Låt stenen helst ligga minst 15 cm in på föregående sten. I ojämn skiftgång är det inte lika lätt att lägga tydliga förband, men det är lika viktigt att sträva efter förband. Att stenen man lägger ska ha kontakt med två under är en bra utgångspunkt. I den färdiga muren belastas varje sten och kontaktytorna blir till trycktytor som skapar stabiliteten i muren.

### Fogar

Sträva efter små fogar, det ser bäst ut. Det görs genom att hitta mursten som följer de intilliggande stenarna så precis som möjligt. I en mur med ojämn fältsten accepterar man dock ganska stora hål, så länge muren följer linjen. I en mur med jämn skiftgång och kantig, sprängd eller bearbetad sten förväntar man sig inte lika stora fogar, det upplevs som oroligt för ögat. Om det är svårt att få fogarna täta används pinning och utfyllande stenar. Bestäm i förväg hur stora fogar som tillåts. Det avgör både murens karaktär, men också hur stor omsorg som krävs. Kanske kan en viss tuktning av stenen göra fogen mindre i vissa lägen.

### Pinning

Det blir oftast hålrum och ojämna fogar i mursidan. Att fylla alla dessa springor och hål med småsten, kilar och skärv kallas pinning. När muren i övrigt är färdig går man över mursidan och knackar försiktigt in sten i alla springor och hålrum. Detta ökar tryckfördelningen i muren, samtidigt som ytan upplevs slätare och jämnare. Slå inte in kilar som spränger isär muren - pinningen måste ske mycket försiktigt. Se till att även kilar och flis har fin visesida som hamnar i linje med murytan.

### Linjen

Ordna en ställning som gör att linan följer murens tänkta lutning. Då kan du spänna en lina som hela tiden ligger rätt, oavsett hur högt upp i muren du befinner dig. Linan bara flyttas upp efterhand som muren byggs. Se bara till att ställningen inte går att rubba. Linan blir lätt en snubbeltråd, så det ska vara lätt att ta ner och spänna upp den. Ofta används linan mest i bottenskiftet, och senare i murningen mer vid behov.

Linan placeras några cm utanför murens tänkta linje. Bestäm själv ett mått på hur långt in från linan stenen ska ligga, t.ex. 3 cm. Mät sedan in från linan till stenen med tumstock för att få den exakt. Rikta stenen så dess vise-

sida ligger så mycket som möjligt i linje utefter linan.

Eftersom stenens sida oftast inte är helt jämn väljs ett sätt att förhålla sig till linan. Olika strategier används av olika murare. Antingen jämkas stenen så att den ligger lika mycket innanför som utanför det valda måttet, eller så läggs den mest utstickande delen av stenen på det valda måttet. Avvikande stenar kan också accepteras om de ligger väldigt stabilt.

### Kilning

De flesta stenar behöver kilar för att ligga helt still. En sten som är kilad på rätt sätt ska inte kunna röra sig när man trycker på den eller belastar den uppifrån. En del stenar ligger bra utan kilar. Det är viktigt att kilen inte kan fara ut när stenen belastas med tryck. Låt kilarna vara handflatsstora. Kila stenens bakkant med minst två kilar, det blir mest stabilt. Kilar ska inte ligga mitt under stenen, då kan det bli en punkt där stenen »vippar«. Kilarna kan vara känsliga för kraftiga vibrationer. Därför måste murstenar läggas försiktigt i en mur och aldrig slängas upp på muren. Man bearbetar/tuktar heller aldrig en sten på muren. Då kan redan inpassade stenar längre ner i muren rubbas ur läge.



För att få en rak och fin murlinje läggs stenen efter en murarlina. Eftersom linan måste hänga helt fritt så mäter man ett bestämt mått in från linan.  
Foto: Cecilia Blomkvist

## PACKNING AV MURKÄRNA

Det är viktigt att vara noggrann och omsorgsfull vid arbetet med kärnan. Det är en stor del av själva konstruktionen. Det tar tid. Det går också åt väldigt mycket material. Kvaliteten på en skalmur kommer an på hur väl packningen är utförd.

### Om kärnan består av stenpackning:

Ett mål är att minska risken för rörelser i packningen.

Några orsaker till rörelser kan vara:

- Hålrum i packningen. Det kan uppstå hålrum om stenen skyfflas i okontrollerat. Stenar kommer på sikt att rasa ner i hålrummen. Murstenar kan då rubbas ur läge.
- Det kan också bli sprängande effekt i kärnan om större sten kilar sig ner i hålrum och trycker ut murstenar. Därför är det viktigt att varje fyllnadssten bottenar - vilar på underliggande stenar.

-Stora stenar utövar ett större tryck än små stenar. Större stenar skapar större skador om de rör sig. Använd därför med försiktighet stora stenar långt upp i en packning.

-Blanda storlekar så det låser ordentligt. Storleken kan variera mellan ca 20 mm upp till ca 600 mm. Använd inte enbart liten sten. Det har visat sig bli problem med murar där kärnan består av bergkross storlek 16-32mm. Den rinner ut ur fogarna, och rinner med tiden ner i muren och bildar hålrum. Det kan även uppstå jäsningsseffekt. Muren rör sig naturligt vid olika årstider. Eftersom 16-32 är så litet, så ramplar det ner i små hålrum som bildas och muren kan inte återgå till ett tidigare läge. Singeln tvingar därmed muren att sprängas isär. Större bergkross t.ex. 64 – 128mm fungerar bättre.



Skalmur med kärna av sten. Alla stenar läggs så att de bottenar och fyller ut alla hålrum. Foto: Börje Eriksson

### Om kärnan består av jordpackning:

Jord fylls på efter varje skift och kompakteras mycket noggrant i lager om ca 10 - 15 cm. Innan jorden fylls på ska alla fogar och hålrum på insidan murverket täpps till med sten. Det är för att jorden inte ska rinna ut i fogarna. Jordpackningen kompakteras genom att knytnävssten drivs ner i packningen med handslägga, helt tätt tills det blir stumt. Kompakteringen börjar närmast muren, och går in mot mitten. Då är det mindre risk att tryckkraften från kompakteringen skjuter ut murstenen. Stora stenar kan läggas långt ner i jordpackningen, men läggs bör då på ett redan packat lager, innan mer jord läggs på. Större stenar utövar större kraft och risken finns att de rör sig och trycker ut muren. Lerhaltig jord kan fuktas och ältas för att bli smidig



1. För att inte jordpackningen ska rinna ut täpps alla springor, fogar och hålrum till med småsten och kilar. Detta görs vid varje skift. Knut Steffen Knutsen, Kursledare vid workshop i Ambjörntorp, Gudhem, Västergötland.



2. Jorden fylls på i ett lager om ca 10- 15 cm. Deltagare vid workshop.



3. Småsten slås ner i jorden för att få den helt kompakt och stum. Det är bra att börja driva ner sten närmast muren, annars riskerar man att packningen spränger ut murstenen. Deltagare vid workshop.

## AVSLUTNING I ÖVERKANT

Bestäm först den färdiga höjden och låt linan ligga där. Försök nu få den sista stenens överkant att ligga precis i snörets nivå. Hur stora avvikelser från linan accepteras? Det beror på murens syfte och övriga karaktär.

Undvik att få ett skift med enbart liten mursten som avslutande skift. Det är bättre med ett mer rejält sista skift, så de stenarna inte riskerar att ramla ner. Använd hellre inpassare för att få upp en större sten i rätt nivå, än att avsluta med små tunna stenar överallt.

På en gårdsgård avslutas den synliga kärnan i mitten med ett jämt lager småsten. En gårdsgård som löper över ojämn terräng kan behöva jämkas för att få en mjuk och jämn avslutningslinje. Ibland blir muren lite högre och ibland lägre, ögat får bestämma. Vissa murar görs helt i våg. Då är det vågen som bestämmer höjden.

## HÖRN OCH AVSLUT

Murens början och avslut är känsliga partier. Sträva efter att lägga bindare både längs och tvärs muren, i förband. Lägg undan självklara hörnstenar, som både är bindare och har ett vinkelrätt hörn. Det blir två visesidor på en hörnsten. Murens början/avslut görs på samma sätt.



Linan visar murens färdiga höjd. De avslutande stenarna ska ligga så nära linan som möjligt. Karleby, Mariestad.



I hörn eftersträvas bindare som går åt varannat håll. Hasselbacken i Mariestad, Västergötland.



I början och avslut likaså. Milstensfundament utefter inlandsvägen i Västergötland.

# Erfarenheter från restaurering

## RESTAURERING AV GÄRDSGÅRD

### Fägatan på Örnanäs kulturresevat, Skåne

Text: Joakim Lilja, Foto: Börje Eriksson och Joakim Lilja

Börje Eriksson bor och verkar på kulturresevatet Örnanäs. Tillsammans med Joakim Lilja restaurerades ett rasat parti av stengärdsgården.

Nordöstra Skåne, Örkeneds socken. Här i skogsbygden känns stora slätter avlägsna. Området är ett gammalt stenindustridistrikt, mest känt för sin hårda svarta diabas. Men inte bara stenindustrin har satt prägel på landskapet, utan även den enorma mängd med sten som ligger i skog och mark. Åkrarna är stenröjda, och gårdsgårdarna ringlar sig överallt. Här ligger kulturresevatet Örnanäs. En gammal gård som bevarat ett stycke historia i sina byggnader och i sina marker. Här finns mängder med gårdsgårdar, stenkällare, ruiner efter linbastor och ladugårdar. Den mest fotograferade platsen i Örnanäs är den mäktiga fägatan. Två höga vällagda stenmurar går från ladugården ut mot skogen och utmarken.



Fägatan på Örnanäs.



Det rasade partiet som skulle restaureras.

### Skador

Stormen Gudrun fällde flera träd över fägatans gårdsgårdar. De sidor som syns inifrån fägatan är reparerade, men det finns fortfarande rasade partier på andra sidan murarna. Det ser ut som att den enorma kraften från fallande träd till och med fått bottenstenarna att flyttas, på ett ställe nästan två decimeter. Några klättringssugna lamm fick en reparerad del av muren att rasa igen. Dessutom låg där en bottensten med väldigt utåtlutande byggyta som bidrog till raset. Detta ras skulle repareraras.

### Dokumentation

Jag hade bestämt i förväg att ha en fast fotopunkt från början till slut. Med jämna mellanrum togs bilder, för att kunna förklara och beskriva hur arbetet gick till. Min avsikt var att dokumentera mina egna bedömningar, reflektioner och lärdomar. Fotografierna tillsammans med anteckningar utgör basen för dokumentationen. Nu i efterhand önskar jag att jag hade haft två fotopunkter. En översiktlig och en nära. Det hade varit lättare att förklara detaljer i arbetet med närbilder där man kan följa hur murningens fortlöper.



## Arbetsgången

Efter att ha monterat upp kameran började rivningen av skadade delar. Med mig fanns Börje som bor och arbetar på Örnanäs. Vi rev ner hela det skadade partiet, ända till bottenstenen som förskjutits ur läge. Förhoppningen var att kunna justera bottenstenen tillbaka till rätt läge, men det visade sig vara svårt. Stenen gick inte att flytta mer än några centimeter, sedan var det stopp. För att kunna få stenen helt tillbaka så skulle hela murens bägge sidor behöva plockas ner. Vi tog beslutet att det inte fanns tid till att göra ett så omfattande arbete, och lät bottenstenen sticka ut. Jag stör mig lite på det såhär i efterhand eftersom det känns som att arbetet blev halvgjort. Jag ska tänka på det vid nästa reparation att det kan vara nödvändigt att plocka ner bägge sidor av muren. Det är en balans mellan hur mycket tid som går att lägga, och hur perfekt slutresultatet ska bli. Jag tror såklart att man blir mer nöjd om man får göra det perfekt.

Den andra bottenstenen hade som sagt en kraftigt utåt-lutande byggyta som inte gick att lägga på. Därför fick vi bygga över den, vilket gav ett ganska stort hål i muren. Vi tittade lite på muren i övrigt och hittade flera liknande partier, så det kändes ok att göra likadant. Stenen här i trakten är naturligt ganska platt och skivformad. Även rundare stenar finns. I fågatans gårdsgårdar var det en



Börje Eriksson rensar bort sten och jord vid muren.

ganska typisk blandning av sprängsten och fältsten. Skiftgången är därför lite blandat regelbunden och oregelbunden. Jag försökte efterlikna den övriga muren genom att blanda platta och runda stenar. De största stenarna användes till första skiftet. Det var precis att jag kunde hantera den största stenen för hand. Jag byggde en liten ramp med småsten som jag kunde väga upp stenen på för att slippa lyfta. Därefter följde ordinär murning, inpassning och packning. Lite kompletterande material fick hämtas i närheten, annars användes bara den befintliga stenen.

## Reflektioner

Efter första dagens murning hade jag kommit ungefär halvvägs upp. Jag var missnöjd med stötfogarna. De var inte tillräckligt täta i mina ögon. Jag tänkte på hur viktigt det är med täta stötfogar för murens utseende. Under kvällen funderade jag på det där, och tittade lite på de andra gamla murarna. Jag såg då att det var använt väldigt mycket skol och skärv för att täta hålrum, någon slags pining. Det gav murarna ett bra helhetsintryck, trots stora fogar. Jag beslutade att försöka göra likadant. Jag har inte tidigare så medvetet använt mig av kilar för att fylla fogar, men när jag gjorde det kändes det som att det blev precis lika utseende som övriga muren. Jag slog isär runda stenar med slägga för att få fram bra skolsten och flis. När muren var klar knackade jag försiktigt in skol och skärv i alla tänkbara hålrum med en lätt slägga. Det kändes även som att piningen gjorde nytta. Muren liksom kompakterades och fick fler tryckpunkter, samtidigt som intrycket blev tätare och helare.

Jag fick slå isär några stenar för att få fram mer mursten. Den stämde helt överens med materialet i resten av muren, så det är säkert så stenen har bearbetats tidigare. Inga andra spår än efter sprängning med krut/dynamit fanns i stenarna. Det kändes som att mitt sätt att bygga stämde överens med det gamla, och att det var hyfsat autentiskt. I det stora hela blev jag nöjd, men kommer förmodligen störa mig på att bottenstenen fortfarande sticker ut. Muren gör också en liten böj som avviker från linjen. Det är kanske bara jag och Börje som ser det, men ändå.



De skadade delarna plockas ner. Vi grävde fram gamla nedrasade stenar som blivit överväxta. De två problematiska bottenstenarna får ligga kvar. Det blev för stort jobb att börja ändra dem. Det fanns gamla spår av kantning på den utstickande stenen, vilket tyder på att den har stuckit ut en längre tid och någon har velat hugga bort det mest utstickande. Den utåtlutande bottenstenen bedömdes som möjlig att bygga in.



Vi försökte använda både de lite rundare murstenarna och de plattare. Det är alltid svårt att lyckas använda samma murstenar som tidigare. Alla murare tänker olika. Här använde vi också några nya stenar till murstenar som förut låg i kärnan.



De största murstenarna lades i första skiftet. Vi gjorde en liten ramp av småsten som den stora stenen kunde vägas upp på. I övrigt användes endast spett och kofot. Allt material spreds ut på marken bakom för att kunna se varje mursten. Fyllnadssten lades i ett par högar.



Det var i detta läget som jag blev missnöjd med storleken på fogarna. Trots bra mursten kändes det inte som jag lyckats fullt ut med att få det tillräckligt tätt. Flera stötfogar är otäta, men förbanden känns däremot bra och starka. Stenen som överbygger den utåtlutande bottenstenen kunde kanske varit mer i våg. Det skulle ha blivit ett mer vilsamt utseende.



Slägga användes nu för att dels få fram mer mursten, och dels få fram skärv till att fylla springor och hålrum. Jag tog några större runda stenar som legat i packningen och skärvade ner. De var ganska hårda och svåra att slå isär. Kanske var det därför de hanmat som packning från början? Det kändes som att det var flera olika bergarter i muren. Jag har inte undersökt vilka bergarter som är vanliga här.



Det färdiga resultatet. Det gick åt ca 6 timmar för reparationen. Om vi skulle plockat ner bägge sidor för att komma tillrätta med bottenstenarna så hade det säkert tagit mer än dubbla tiden. Förutom den utstickande bottenstenen, och att muren därmed avviker från linjen, blev resultatet ganska likt den övriga muren.

#### **PROBLEM OCH DISKUSSIONSFRÅGOR:**

- Hur stor del av muren är lämplig att demontera när endast ena sidan har rasat?
- Hur stora utbuktningar i mursidan är acceptabelt innan det börjar se ut som en skada?
- Hur mycket kan enskilda stenar sticka utanför linjen innan det stör?
- Ser det bäst ut att lägga en mursten med flat byggyta helt i våg i en mur med ojämn sten?

## RESTAURERING AV SKALMUR MED KÄRNA AV JORDPACKNING

### Valvslagen jordkällare i kalksten

Text: Joakim Lilja, Foto: Pontus Carlsson och Joakim Lilja

En småbrukargård i Falbygden. Här bor Petter och Camilla tillsammans med barn, djur och odlingar. Jordkällaren är en av tre som används för att förvara gårdens mat.



Frontmuren har plockats ner och kvar finns rester av svalen och dörrkar-  
men.

### Inledning

I Gudhem utanför Falköping har länsstyrelsen och Hantverkslaboratoriet samarbetat kring ett jordkällarprojekt. Behovet av att få fram kunskap kring restaurering av jordkällare har varit stort. Jordkällaren i Gudhem har fungerat som kunskaps- och dokumentationsprojekt. Valvet och frontmuren plockades ner och har byggts upp igen i olika kurser. Här beskrivs arbetet med den jordfyllda frontmuren. Valvrestaureringen beskrivs i kapitlet valv.

### Frontmuren muras upp igen

Frontmuren hade omfattande skador, och plockades ner helt till bottenstenarna (se skadebeskrivning på s.93).



Workshoppedeltagare Anna Johansson och Christer Larsson mäter ut  
bottenskitet i frontmuren.



De första bottenstenarna läggs på plats av Frank Karlsson.

jorden från att rinna ut i fogarna. Vi hade lagt jord i en särskild hög vid nedmonteringen, och det var den jorden vi använde oss av. Efter att ha fyllt på med jorden inuti muren, så slog vi ner småsten för att kompaktera jorden. Vi började slå i kanten närmast murväggarna för att undvika att murstenarna trycktes ut av kompakteringen. En vanlig handslägga användes, och vi hade hörselskydd och skyddsglasögon, för det skvätte en del flisor när man slog. Sedan murades några skift till, och mer jord fylldes på och kompakterades. På det viset fortsatte nu bygget av frontmuren ända upp i nivå med svalens valv.

### Stenmaterialet

Till valvet återanvändes mursten, och kunde kompletteras med sten från frontmuren. Till frontmuren däremot fattades mycket mursten, så vi var tvungna att hitta sten någonstans. Vi ville använda helt lokal sten, eftersom vi hade en antikvarisk ingång i restaureringen. Alldeles intill källaren ligger en åker som brukas årligen av Åke Gustavsson. Vi lyckades få Åke att köra fram sten direkt från åkern och lägga det intill källaren. Det var kalksten i alla möjliga dimensioner från enorma hällar, till småsten.

Det krävde att vi spräckte isär och delade stenen för att få fram lagom stor byggsten att hantera för hand. Vi märkte att kvaliteten på stenen var väldigt varierande. En del stenar blev bara smulor när man försökte dela dem, och en del var riktigt hårda. Kanske var de från olika delar av berget, och hade utsatts för olika grad av vittring. Stenens fukttinhåll kan ju också spela roll vid bearbetningen, och kanske var den varierande?

Att dela kalkstenen i dess naturliga lager gick relativt lätt. Det var bara att slå med en tunn mejsel längs sprickan tills stenen öppnade sig. Att dela den tvärs (knäcka) var betydligt svårare. Efter att ha provat många sätt, tyckte jag att det bästa var att ritsa upp runt om stenen, och sedan fortsätta slå hårt längs ritsen tills stenen knäcktes. Ibland funkade det bra att lägga under spettet precis mot ritsen, för att få svaret att komma precis rätt. Ibland gick det bra ändå. Ofta gick det inte alls och stenen sprack helt sönder. Jag märkte att de stenar som var fasta och inte hade några tydliga lagersprickor, lyckades varje gång. Det är ganska logiskt, eftersom sprickan tar den väg som är minst motstånd. Finns det då redan sprickor kommer den att välja den vägen.



Knut Steffen Knutsen vägleder studenter från Göteborgs universitet.



Säckakärria är användbar att köra sten på.

## Återstående arbeten

Arbetet med frontmuren gjordes också i olika kurser. Två stycken kurser i samarbete med länsstyrelsen, och två stycken med studenter från Kulturvård, Göteborgs universitet. I skrivande stund återstår valvslagningen över svalen, murning av gaveln på frontmuren, tätning av valvets ovansida med kalkbruk samt återförande av jorden på hela källaren. Jag hoppas att det kan bli fler kurstillfällen för att färdigställa källaren, nu när vi kommit så långt.



Jordkällarvalv sett inifrån med utsikt mot gården.

### PROBLEM OCH DISKUSSIONSFRÅGOR:

- Är det motiverat att restaurera med kallmurning, när ursprungsmuren verkar vara murad med kalkbruk?
- Finns mer kunskap om skalmurar med kärna av jorpackning?
- Hur daterar man en kallmurad naturstenskonstruktion?



I svalen återskapas den nisch som återfanns i den ursprungliga muren.



Studenter från Trädgårdens och landskapsvårdens hantverk, Göteborgs universitet.

STÖDMURAR

»Vid svag friktion mellan  
murstenarna finns risk att  
muren kalvar«





# STÖDMURAR

Stödmuren ligger i en sluttning, eller där det finns en nivåskillnad i marken. Stödmuren stödjer upp marken och hindrar jorden från att rasa ut. Det är en vanlig murkonstruktion i hela landet

## TERRASSER

I herrgårdsmiljöer är det vanligt förekommande med stödmurar. De bildar terrasser i parker och trädgårdar utifrån historiska stilideal. Många kyrkogårdar har terrasseringsringar med stödmurar, eftersom kyrkan och kyrkogården ofta ligger på en kulle.

## KÄLLARE

Den inre jordkällargaveln kallas ofta bakmur. Om jordkällaren ligger i en sluttning, så blir hela bakmuren en stödmur. Även källare under hus kan ha väggar bestående av stödmurar. Jorden på baksidan av muren fungerar som isolering och ger källaren ett frostfritt klimat.



Stödmur fortifikationsverket, Blekinge.



Bakmuren på en jordkällare är konstruerad som stödmur. Sporrakulla, Skåne.



Kyrkogårdsmur vid Hassle kyrka, Mariestad, Västergötland.

# Förklaring av konstruktionen

Stödmuren ska klara av att hålla mot trycket som bildas bakom muren. Hur stort trycket blir beror på vilken sorts jord det är, hur hög muren är och hur mycket vatten jorden innehåller. De viktigaste faktorerna för att stödmuren ska klara trycket är att jordmassorna bakom muren är dränerade på vatten, och att muren dimensioneras och utformas utifrån höjd och belastning. Vid restaurering av skadade stödmurar får en skadeanalys avgöra om dräneringen och dimensioneringen är tillräcklig.

## DRÄNERING

För att ta bort vattnets påverkan på jorden behöver marken bakom stödmuren vara dränerad. Det är när vatten fryser som jorden får sprängande verkan, eller om jorden krymper och sväller vid olika vattenhalt. I vissa fall är marken naturligt dränerad och påverkar inte muren. I andra fall kan jorden vara vattenhållande, och då behöver dränering ske. Beroende på murens funktion kan dräneringen utföras på olika sätt.

Om muren är en fristående terrass, kan dräneringen göras i marken ovanför med hjälp av diken och avrinning. Om det inte går att lösa dräneringen ovanför muren så går det att lägga ett dränerande skikt av sten och grus i murens bakkant, för att sedan leda bort vattnet under eller genom muren. I moderna konstruktioner används ofta en geotextil mellan de befintliga jordmassorna och dräneringslagret för att förhindra sammanblandning av material.

Om muren har funktion som källarvägg, så behövs den återfyllda befintliga jorden som isolering. Då används metoden att dränera ovanför muren. Om sten används i bakkant av en källarvägg finns risk för att frosten letar sig ner och in i källaren.

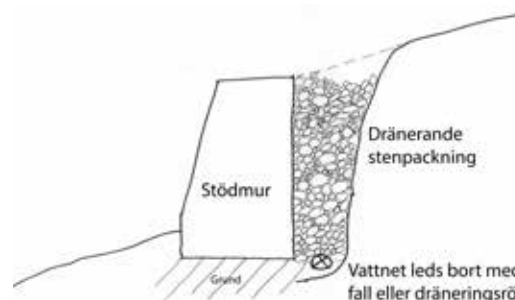
## DIMENSIONERING OCH UTFORMNING

Generellt sett kan man säga att ju högre stödmur, desto högre tryck bildas av jordmassorna. Därför behöver en högre mur vara tjockare/djupare för att stå emot tryckkraften. Men riktigt så enkelt är det inte alltid. Trycket är också beroende av vilken sorts jord det är (friktions- eller kohesionsjord), samt om det finns en belastning antingen

på muren (t.ex. en byggnad) eller på marken ovanför (t.ex. en väg), samt tjockleken på de återfyllda massorna. Helt generella dimensioneringsförslag är därför svåra att göra. Det finns beräkningsmodeller för att ta fram dimensionering, men får räknas till ingengörskunskap. Därför redovisas endast principerna här, och en översiktlig tabell.



Dränering med dike ovanför stödmuren.



Dränering i stödmurens bakkant.



Dimensionering av stödmur, enligt Norska banverket.

## TVÅ OLIKA TYPER

Det finns två olika sätt att konstruera stödmuren. Det ena sättet är att bygga en skalmur med två sidor, där ena sidan helt döljs av massor. Det andra sättet är att mura en synlig sida som har bindestenar in i en rejäl packning.

### Stödmur med två murade sidor

En stödmur av den här typen muras egentligen precis som en skalmur. Den sida som kommer hamna under jord behöver dock inte ha så jämn linje, utan fokus ligger mer på att den blir stabil. Kärnan kan bestå av jord, sten eller bruk. Detta finns beskrivet i kapitlet skalmurar.

### Stödmur med endast en murad sida

I den här stödmurstypen så blir både mur och packning en sammanhängande konstruktion. Särskilt viktigt är att det finns rejäla bindestenar som når långt in i packningen. Då fungerar stenmuren och packningen som en sammanhängande enhet - den faktiska bredden på konstruktionen är större än bara mursidan. Det är därför viktigt att packningen är väl utförd. En del murare kallar den här packningen för *bakmur*.

## STABILITET

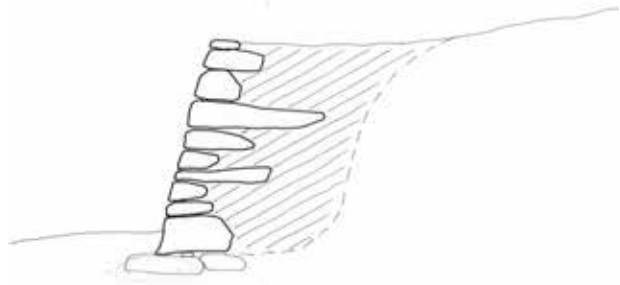
En stödmur som ska stå emot tryckkraft behöver god stabilitet. Stabiliteten påverkas av bredden på murverket, vilken lutning muren har, hur grundläggningen ser ut, samt hur stor friktionen mellan stenarna i muren är.

Man kan se muren som ett sammanhängande block som utsätts för en tryckkraft. Då bildas ett moment kring en punkt någonstans längst ner i muren. Var momentet hamnar avgörs av murens lutning (tyngdpunkt), och grundens förmåga att stå emot tryckkraft (grundläggningen). Målet är att muren ska stå emot momentkraften så mycket som möjligt. Därför är det till exempel en stor fördel att använda murfot på lodräta stödmurar.

Hur stora stenarna är och hur väl de ligger an mot varandra avgör hur stor friktionen mellan dem blir. Därför påverkas stabiliteten av vilken sorts mursten det är, och hur väl förbanden är lagda. Vid svag friktion finns risk att muren kalvar, i synnerhet för stödmurar med endast en murad sida.



Stödmur med två murade sidor och kärna av t.ex. stenpackning. Ena sidan döljs av jorden.



Stödmur med endast en murad sida, där den packade kärnan (bakmuren) blir en viktig del i konstruktionen. Bindestenar går in i packningen och skapar stabilitet i muren.

## ATT MURA STÖDMUR

Murningen av en stödmur innefattar samma moment som vid murning av skalmurar.

»Frostsprängning bakom muren är den enskilt största orsaken till jordtryck«



Stödmur i kalksten. Mörbylånga, Öland.



Restaurering av stödmur. Jordkällare i Ebbetorp, Mariestad, Västergötland.



Stödmur framför huvudbyggnaden i Åsnebyns kulturresevat, Dalsland.

# Erfarenheter från restaurering

## RESTAURERING AV STÖDMUR

### Kulturreseptatet Karlslund i Örebro, Närke

Text: Charlott Torgén, Foto: Charlott Torgén och Monica Christensen.

Charlotte Torgén är antikvarie och jobbar på Örebro länsmuseum. Monica Christensen arbetar med kulturreseptatet Karlslund. Hantverkare vid restaureringen var Tobbes Schakt AB enteprenad.

Karlsunds herrgård, uppförd i början av 1800-talet, med intilliggande tjänstebostäder, monumentala ekonomibyggnader och angränsande trädgårds- och parkområde utgör en välbevarad herrgårdsmiljö som klassats som riksintresseområde för kulturmiljövården. Området är även ett kommunalt kulturreseptat.

Under år 2013 erhöill Örebro kommun, som fastighetsägare, statliga medel i form av byggnadsvårdsbidrag för att restaurera en del av terrassmuren, nedanför herrgårdsbyggnaden, som var på väg att rasa.

### Översiktlig beskrivning

Karlsunds herrgård härstammar från sent 1500-tal då gården var en av tre kungsladugårdar som försörjde Örebro slott. 1966 köpte Örebro stad Karlslund, med tanken att använda marken till bostadsbebyggelse. Dessa tankar har dock förändrats och anläggningen utgör i dag ett välbesökt rekreationsområde.

1800-talet var en expansiv period på Karlslund och det var under detta århundrade som gården i stort fick sin nuvarande utformning. Den nuvarande huvudbyggnaden uppfördes under de första åren av seklet och därefter många andra byggnader som tillhörde gården och behövdes för verksamheten. Verksamheten har i stort varit knuten till djurhushållning och jordbruk men här har även producerats brännvin och tillverkats tegel.

Området kring herrgården har en lång odlingshistoria.

Som kungsladugård skulle gården försörja Örebro slott med varor som kunde produceras på en gård. Så troligtvis bedrevs någon form av trädgårdsodling och jordbruk här redan under sent 1500-tal då gården anlades. Thorings karta från 1655, är det första dokumentet som visar på att trädgårdsodling bedrivits på Karlslund och då på samma ställe som i dag, öster om huvudbyggnaden. Det gör att traditionen med trädgårdsodling har en 350 årig historia, kanske längre, i Karlslund.

Trädgården och parken kring herrgården har sedan dess utvecklats, men området öster om huvudbyggnaden har i dag ungefär samma utformning som omkring 1820. De här aktuella terrasserna tillkom ungefär vid denna period antingen strax före eller strax efter att den nuvarande huvudbyggnaden uppfördes.

I dag växer en häck av häckoxbär på krönet av den nedersta muren. År 1888 planterades här en granhäck som fanns kvar åtminstone in på 1940-talet. När den försvann och ersattes av dagens häck är oklart, men förändringar på terrasserna skedde på 1940- och 1970-talen.



Det skadade partiet på stödmuren med herrgårdsbyggnaden i bakgrunden. Foto: Bertil Lindgren



Muren har kalvat och buktar kraftigt. Foto: Monica Christensen.



Muren demonterad, och den ursprungliga jordpackningen syns. Foto: Charlott Torgén.

### Före åtgärder

Den nedersta terrassmuren består i huvudsak av sandsten som med all sannolik tagits från den sandstenstäkt som tillhört Karlslund. Det finns några få inslag av sprängsten i muren. Överst på krönet av muren ligger tunnare rektangulära »hällar« av sandsten.

Det finns en skillnad mellan murverket till höger och vänster om trappan. Den södra delen, till vänster om trappan består av större sten och en större andel sprängsten. Den norra delen, till höger om trappan har en större andel sandsten. I dessa arbeten har man dock, enligt entreprenören, inte funnit spår av att den här aktuella muren någon gång plockats om.

Under dessa arbeten var det muren norr om trappan som var aktuell då den ungefär mitt på var på väg att kalva ut. Ytterligare ett parti av muren, ca två meter längre norrut, buktade också ut men inte lika mycket.

### Skador och demontering

Muren plockades ner med hjälp av stensax med dubb av koppar. Koppar är en förhållandevis mjuk metall och dubben gjorde därför inga märken i stenen.

Tjälen fanns till viss del kvar i marken vilket gjorde att häcken ovanför muren stod kvar och det blev på så sätt enklare att gräva bort jordmaterialet bakom muren. Bakom stenmuren fanns naturgrus, sand och humus. Materialen hade bundit fukt vilket resulterat i tjälspänning. 1973 gjordes en del arbeten på terrassen. Ett sprinklersys-

tem installerades då bland annat. Enligt Monica har systemet använts ca 3-4 månader per år, dvs sprutat vatten. Troligtvis har även konstruktionen läckt. Tillsammans har detta bidragit till skadorna. I dessa arbeten togs en del av röret bort och pluggades sedan igen, för att förhindra nya skador.

### Restaurering

Massan bakom muren grävdes bort. Utrymmet fylldes i stället med bergkross i storleken 32-164, ett material som inte binder fukt. För att förhindra att jord blandas med bergkrossen lades en geotextilduk mellan bergkrossen och jorden under terrassen. Muren lades sedan tillbaka, så lika den tidigare muren som möjligt. Duken veks om bergkrossen och ovanpå lades sten och jord för att förhindra att jord letar sig ner i det nya materialet. Komplettering skedde med ca 10 stenar. Det finns extra stenar på herrgården för att kunna komplettera murarna vid behov.



Murstenen spreds ut för att kunna se varje sten. Foto: Charlott Torgén.



Stensax med koppardubb. Foto: Charlott Torgén.



Muren demonterad, och geotextil utlagd. Foto: Charlott Torgén.



Det nya och det gamla materialet bredvid varandra. Foto: Charlott Torgén.



Skopa med den nya bakmurspackningen. Foto: Charlott Torgén.



Verktyg som används vid murning. Foto: Charlott Torgén.



Muren snart uppe i färdig höjd. Foto: Charlott Torgén.

### PROBLEM OCH DISKUSSIONSFRÅGOR:

- Hur görs bäst en värdering av den ursprungliga konstruktionsprincipen kontra behovet av att förändra konstruktionen?
- Hade den ursprungliga stödmuren tillräckliga bindstenar in i packningen?
- Hur förhåller man sig till att blanda in moderna material och metoder i ett kulturresevat?



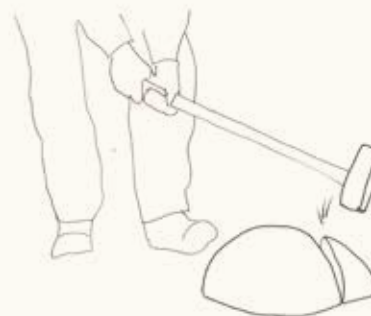
Terrassmuren efter restaurering. Foto: Charlott Torgén.





## NÅGRA EXEMPEL PÅ BEARBETNING AV STEN

Bearbeta sten gör man för att minska ner den i storlek, eller för att förbättra dess form eller yta. Olika bergarter skiljer sig åt i vilka bearbetningsmetoder som går att använda. Här visas bara några exempel på bearbetning. För att se mer, gå in på [www.craftlab.se](http://www.craftlab.se), här finns flera filmer om att bearbeta sten.



### Skärva sten

Att skärva sten innebär att slå isär stenar med tung slägga och mycket kraft. Tekniken används på t.ex. granit och gnejs. Detta låter sig bara göras på mindre stenar (20-60 cm). Slaget ska träffa en bit in på stenen - inte i mitten. Finns det då en naturlig klov så kan stenen spricka. En del stenar är för hårda för att skärvas. Då studsar släggan kraftigt och stenen visar inga tecken på att spricka.



### Klyva med roterande rundborr

Linjen där klyvningen ska ske ritas upp och ritsas. Hålens placering mäts ut. De fördelas jämt över sträckan, vanligen med ca 10 till 15 cm mellanrum. En ordentlig markering görs med pikmejsel för varje hål så att borret riktar rätt. När samtliga hål är borrade används bleck och kilar. Kilar slås nu ner så att de utövar ett jämt tryck. Den som slår känner hur mycket varje kil ger efter och ser till så att alla kilar drivs lika hårt.



### Klyva med pluror

En icke roterande tryckluftshammare används. Klyvriktningen ritas upp och ritsas maskinellt med ritsmejseln. Hålen märks på. Först används den breda mejseln för att få bredden, och sedan används den smala mejseln för att fördjupa hålet. Hålen vattnas för att det ska slita mindre på verktygens spetsar.



### Vidga befintliga sprickor

Om stenen har tydliga sprickor, så är det en bra utgångspunkt för att kunna dela den. Tekniken är särskilt användbar på kalksten och skiffer som ofta har tydliga sprickor i lagerriktningen. Slå upp ett spår i sprickan med en spetsig mejsel och följ det runt stenen. Vanligen vidgas sprickan något intill mejseln, och då vet man var nästa mejselhugg läggs. Ge inte för mycket kraft i slagen i början. Då finns risk att det bara bryts loss en skärva av stenen. Slå måttligt hårt runt om först, så att sprickanvisningen blir tydlig.



### Kanta med sätt och slägga

Linjen för kantningen ritas på. Sätten snedställs så att dess kant får en nedåt/utåtriktad riktning. Slå med slägga på sätten och förflytta den något efter varje slag. Börja en bit in på stenen för att undvika urslag.



# VALV, BALK OCH ÖVERKRAGNING

»Valvstenarna trycker  
ömsesidigt mot varandra«



Stenvalsbro över kanalen i Drag, Kalmar, Småland.

# VALV

Kallmurade naturstensvalv förekommer framförallt i brokonstruktioner och källartak. Öppningar i murade väggar kan också avslutas med valv. I en byggnad är syftet att bilda ett innertak då valvet är en rumsövertäckande konstruktion. Broar med valvkonstruktioner kallas här för stenvälsbroar. Eftersom det är svårt att använda natursten för att täcka över stora ytor, är valvet ett sätt att istället utnyttja materialets goda förmåga att stå emot tryck.



Valvbro Bohuslän.



Jordkällare med valvat tak. Vallby, Skövde, Västergötland.



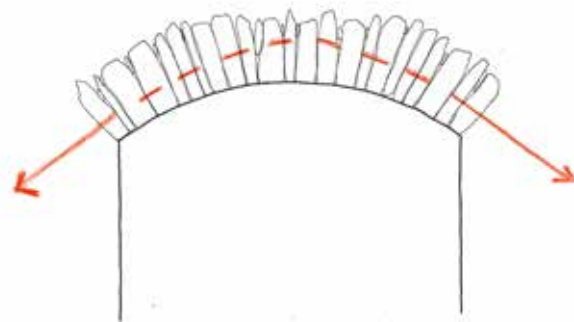
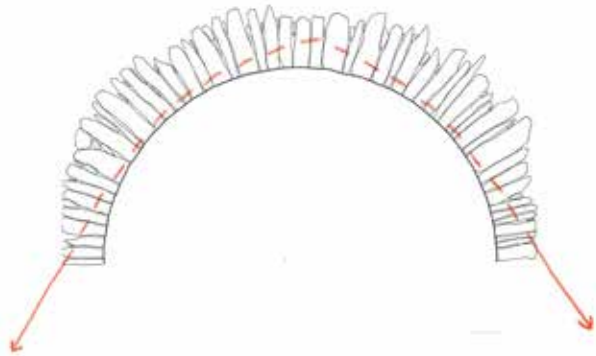
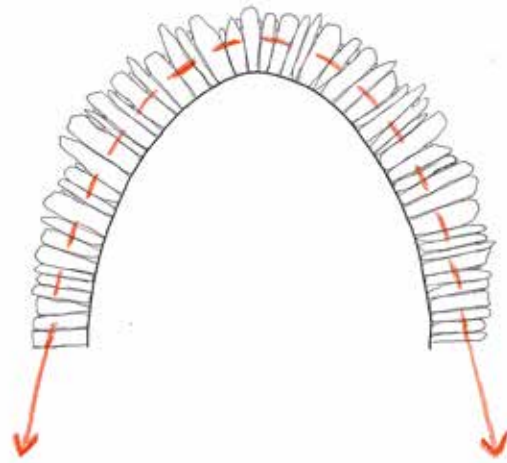
Öppning i väggen med valv. Jättadalen, Mariestad, Västergötland.

# Förklaring av konstruktionen

Valvet tillverkas av stenar som ställs på högkant i en bågform. Valvet utövar en snett-nedåt-utåt riktad kraft på murarna som bär upp det. Sidomurarna som fungerar som mothåll kallas vederlag. Ju flackare bågform desto högre tryck mot vederlagsmurarna. Flackare form kräver därför kraftigare vederlag. Högre bågformer utövar mindre utåtriktad kraft mot vederlagen. För att ett valv ska fungera måste dels vederlagen vara tillräckligt starka för att stå emot valvtrycket, och dels måste trycklinjen rymmas inom konstruktionen. Trycklinjen är en imaginär linje efter vilken valvstenarna ömsesidigt trycker mot varandra.



Jordkällare i kulturresevatet Örnäs, Lönsboda, Skåne.



Valvet utövar en nedåt-utåt riktad kraft. Ju lägre bågform desto högre sidoriktat tryck.



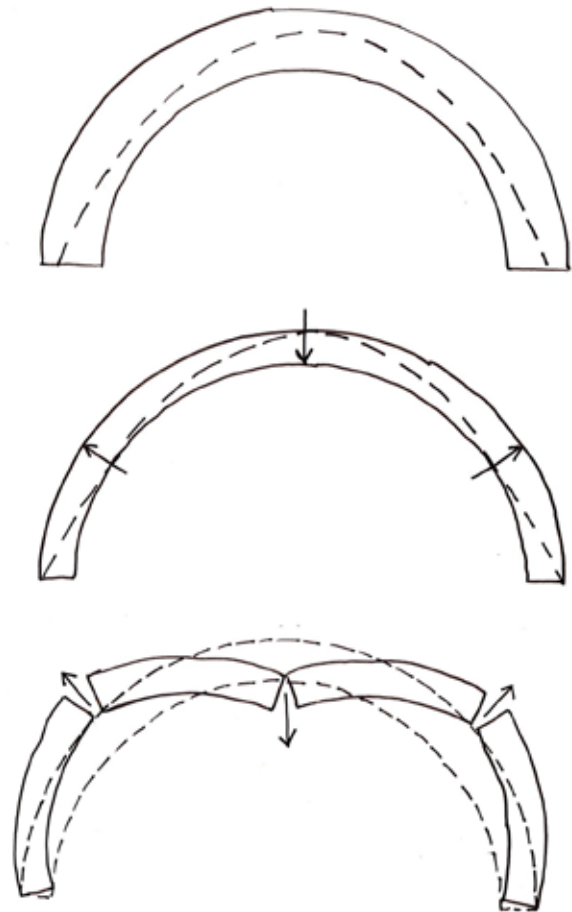
## TRYCKLINJEN

Trycklinjen kan vara till hjälp för att förstå hur kraften fördelas inom valvringen och murverket. Påförda laster och egenvikt etablerar en trycklinje i valvet. Ett halvcirkelvalv som står helt fritt och endast bär upp sin egen vikt, kommer att rasa om inte valvstenarna har tillräcklig höjd. Trycklinjen har då hamnat utanför valvringen. Om valvet däremot håller sig i sin form så ligger trycklinjen innanför valvringen. Trycklinjen i ett ickebelastat valv antar formen av en parabel. Parabelformade valv ligger nära trycklinjen och kan därför göras tunnare. Valvets och murverkets tjocklek anpassas därför efter dess bågform.

Att många valv ändå har cirkelformer beror på att de belastas av jordmassor eller murverk, och att murverket samverkar med valvet som ett stöd. När valvet belastas antar trycklinjen en annan form än parabeln. Vid jämn belastning av hela valvet närmar sig trycklinjens form valvets bågform. Alternativt kan valvets tjocklek vara så stor att den helt inrymmer trycklinjen. Valvets stabilitet beror alltså på dess tjocklek, men även på hur det belastas och hur murverket ser ut runtom. Därför kan det finnas äldre valv som stått i hundratals år, trots att det ser vanskliga ut och inte följer de förväntade principerna. Det finns beräkningsmodeller för stömlinjer och valvtjocklek men de redovisas inte här.



Valv i kalksten.



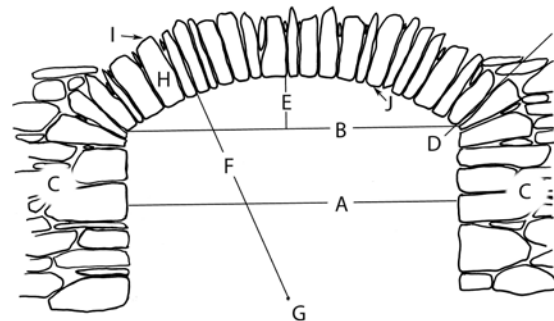
Trycklinje som tankemodell i ett fristående valv. Om trycklinjen, som har formen av en parabel, ryms inom valvringens tjocklek så kan det stå utan omgivande stöd. Om trycklinjen hamnar utanför valvringen så kollapsar valvet. Om valvet har ett omgivande murverk som står emot de utåtriktade krafterna, så håller valvet.

## VEDERLAG OCH ANFANG

Vederlag kallas det mothåll som valvet vilar på. Vederlaget måste vara så stadigt att valvets tryckkraft inte kan rubba det. Vederlaget består av murverk, men även av sten- eller jordpackningen i eller bakom. Valvets form och storlek avgör hur stort vederlaget behöver vara. Ju flackare bågform på valvet, desto kraftigare vederlagsmurar krävs.

Anfang kallas den del av valvet som möter vederlaget. Anfangsstenen är den första stenen i valvet. Anfangsvinkel kallas den vinkel som vederlaget behöver ha för att svara mot valvstenarnas vinkel. Anfangsvinkeln är då riktad mot brännpunkten.

I ett stickvalv (rumstäckande segmentbåge) måste vederlagets anfangsyta vinklas upp så att det möter valvstenarnas fogriktning. Det görs ofta med en serie uppkilade stenar. En del kallar då hela det partiet för anfang. Anfanget blir då ett mer diffust begrepp och innefattar det parti av vederlagsmuren som bygger upp mot rätt anfangsvinkel.



### Terminologi

A - Öppningsmått  
B - Spännvidd  
C - Vederlag  
D - Anfang, anfangsvinkel, anfangsyta  
E - Pilhöjd (eller Båghöjd, högsta punkten kallas Hjässä)

F - Radie  
G - Brännpunkt  
H - Valvsten  
I - Yttre valvyta, valvrygg  
J - Inre valvyta



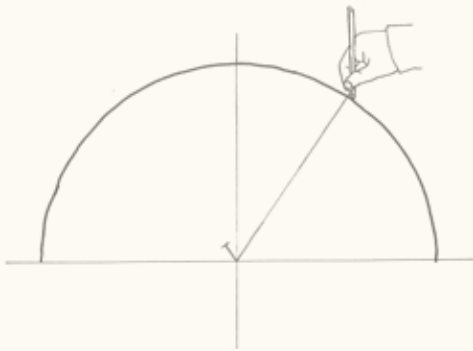
Valvbroar behöver inte ha mer än ett tunt bärlager på valvets topp. Däremot måste det finnas ett mothåll - en påmurning mot valvets sidor för att inte kollaps ska ske.



Jordkällare där fronten rasat. Valvet står fortfarande intakt. Rösselvik, Bohuslän.

## GEOMETRI

Bågformen i naturstensvalv förhåller sig ofta till en geometrisk form. Den starkaste bågformen är parabelbågen, eftersom trycklinjen har formen av en parabel. Det svåra med parabelformen är att den inte har en ensam brännpunkt, utan många brännpunkter. Det ställer till problem vid murningen när fogriktningen på valvstenarna ska tas fram. Det är betydligt enklare att förhålla sig till en, eller några stycken brännpunkter. Därför är det mycket vanligare att valv har geometriska former som baserar sig på cirkeln. De geometriska formerna samspekar också med



Cirkelbågen är en ren halvcirkel, där dubbla radien är detsamma som spännvidden. Valvstenarnas fogriktning blir i linje med radien.

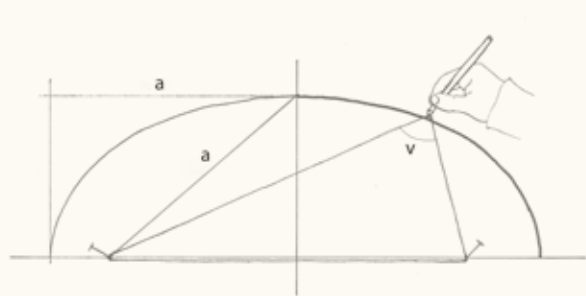


Segmentbågen är en del av cirkeln. Ju längre ner brännpunkten hamnar, desto flackare bågform. Valvstenens fogriktning blir i linje med radien.

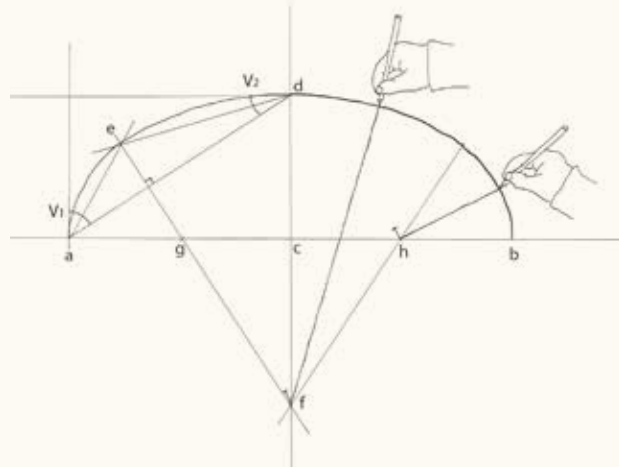
arkitekturen, eftersom de samtidigt ger olika stilistiska uttryck och förutsättningar för konstruktionen i form av vederlagens tjocklek.

Formerna skapas grafiskt. De vanligaste bågformerna är cirkelbåge, segmentbåge, spetsbåge, ellipsbåge, korgbåge, och parabelbåge. Vid byggnation av valvställningen ritas bågformen ut i full skala på valvbågen.

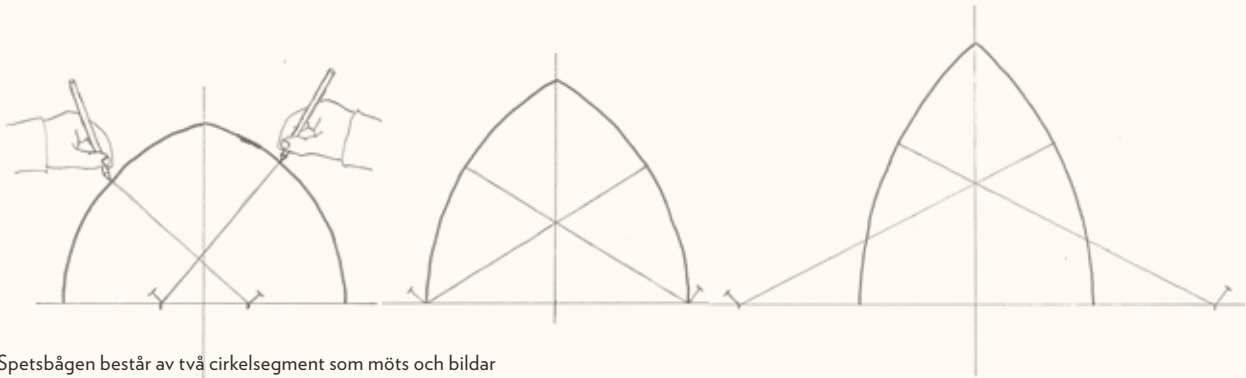
*Skisser gjorda med hjälp av Anders Göransson, lärare i traditionella murartekniker på Göteborgs universitet, bygghantverksprogrammet, Institutionen för kulturvård i Mariestad.*



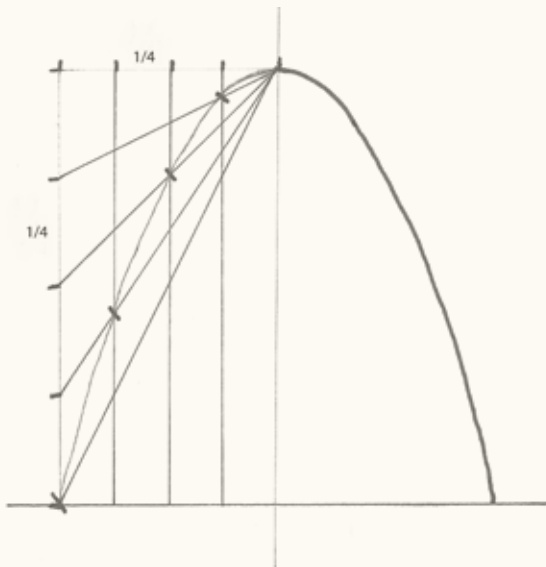
Ellipsbågen skapas genom att snöret fästs i pennan, och löper över två spikar. En metod att mäta ut var spikarna hamnar är (som bilden visar) att vinkla ner längden  $a$  tills den möter linjen för spännvidden. Valvstenens fogriktning är vinkeln  $v$  delat mitt i  $tu$ , och har ingen fast brännpunkt.



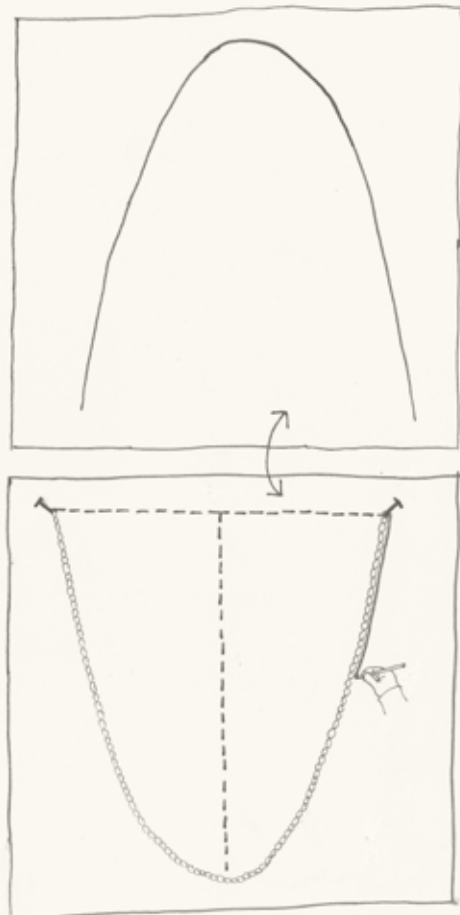
Korgbågen är en förenkling av ellipsbågen för att lättare kunna rita ut valvstenarnas fogriktning vid murningen. Korgbågen i det här exemplet har tre brännpunkter. Vinklarna  $v_1$  och  $v_2$  delas mitt i  $tu$ , och bisektrisernas skärningspunkt  $e$  blir utgångspunkt för linjen  $e-f$  som skär  $a-d$  i 90 graders vinkel. Brännpunkterna blir  $g, f$  och  $h$ . Dessa tre radier blir valvstenarnas fogriktningar.



Spetsbågen består av två cirkelsegment som möts och bildar en spets. Om radien är mindre än spännvidden kallas bågen förtryckt. Om radien är samma som spännvidden kallas bågen liksidig. Om radien är större än spännvidden kallas bågen förhöjd. Spetsbågen är till stora delar lik parabelbågen.



Parabelbågen går att rita ut på flera olika sätt. En variant som visas i exemplet är att dela halva spännvidden i fyra lika delar. Därefter delas pilhöjden i lika många delar. Från bågens högsta punkt dras nu linjer som figuren visar. Skärningspunkterna med de lodräta linjerna blir parabeln. Ju fler delningar av spännvidd och pilhöjd, desto mer detaljerad parabel.



Kedjebågen är ett sätt att rita ut parabelformen. En hängande kedja får formen av en upp och nervänd parabel. Låt en kedja hänga fritt med ändarna lika brett som spännvidden. Justera kedjans längd tills den får rätt pilhöjd. Den form som kedjan antar ritas nu av.

## MURSTENEN I VALV

Stenen som används till valv är noga utvald, och den ska vara den bästa i konstruktionen. Stenen i valvet står alltid på högkant. Eftersom valvet behöver ha en viss tjocklek, så behöver murstenen på högkant hålla minst måttet på valvtjockleken, vanligen mellan 30-50cm. De högsta och största stenarna används i nedre delen av valvet mot anfangerna. Det gör inget om stenarna sticker upp olika högt på valvets ovasida, eftersom konstruktionen kommer att täckas med annat material.

För att stämma överens med valvets form bör stenen vara kilformad, men också för att enskilda stenar inte ska falla ur valvet. Kilformningen kan se ut på olika sätt. Antingen är kilformen i valvets tvärsnitt, eller så är kilformen i valvets längdsnitt. Den ska alltså vara tjockast i ovankant på valvet. Det viktiga är att en enskild sten inte ska kunna falla ur valvet. Helt flata stenar går ofta också att använda. Stenmaterialets fason (hur kilformat den är) avgör till viss del vilka valvformer som går att lägga. Med helt platta stenar går det bra att lägga lite större flacka valv. Det blir svårare att lägga ett snävt litet valv eftersom springorna på ovasidan valvet blir väldigt stora. Då passar det bättre att ha stenar som är kilformade.



I den inre valvytan möts alla valvstenar utan kilar. Glipor och mellanrum som bildas på yttre valvytan kilas. Då får valvstenarna god kontakt.

## FÖRBAND

Förbandsmurning är ännu viktigare i ett valv än i övriga murar. Särskilt viktigt är att vara noggrann med förbandsmurningen i valvets ytterkanter. Där väljer man de stenar som binder längst. Det är även noga att inte få bandtjuvar i valvet. Ett valv kan läggas med både jämn och ojämn skiftgång. Principen för förbandsmurningen är samma som för murning i övrigt, se skalmurar.

## KILNING

I valvet ska stenarna på insidan (inre valvyta) alltid ligga helt intill varandra utan kilar. På valvets ovasida (yttre valvyta) bildas det då ofta mellanrum mellan stenarna. Dessa mellanrum ska kilas när valvet läggs. När valvet är färdigmurat, men innan valvformen sänks ner, knackas kilar försiktigt ner i större glipor och hålrum för att det ska bli god kontakt mellan stenarna i hela valvytan.

## Stenarnas riktning mot brännpunkten

För att trycket i valvet ska fördelas på rätt sätt, så ska ytorna på de stående valvstenarna ha sin fogriktning mot brännpunkten. Då säkras att varje sten endast utsätts för tryck. Om fogriktningen avviker kraftigt kan stenar skjutas ur läge.



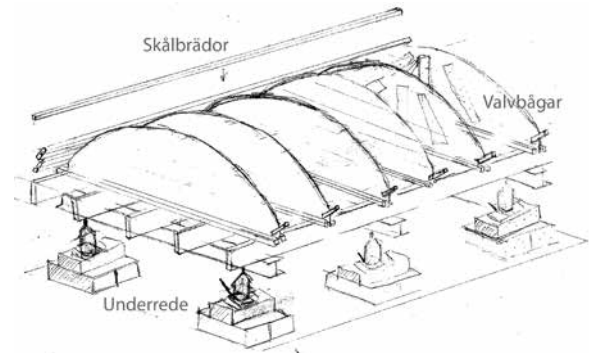
Fogarna är riktade mot brännpunkten.

## VALVSTÄLLNING

För att mura ett valv behövs en valvställning. Den utgör själva stödet för stenarna under tiden murningen pågår. Den fungerar även som mall och formar valvet efter den bågform som ställningen har. Ställningen är temporär, och byggs vanligen i trä.

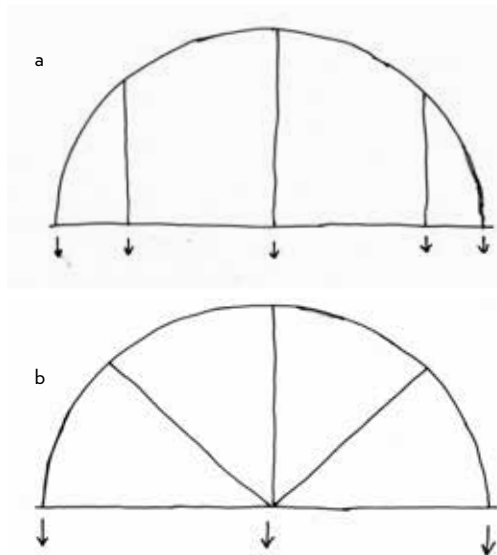
Det finns stor variation på hur valvställningen konstrueras, men för att fungera bör den uppfylla vissa kriterier. Den ska vara stadig och inte kunna välta, brytas sönder eller deformeras av stenarnas vikt. Den ska vara möjlig att sänka ner jämnt och kontrollerat efter att valvet lagts, så att stenarna kan låsa sig mot varandra. Vid restaureringar av gamla valv behöver ställningen också kunna höjas kontrollerat. Den ska ha en jämn yta att mura mot. Den får inte vara för dyr eller komplicerad i förhållande till arbetet med valvet.

Det är vanligt att valvställningen har ett underrede, som bygger upp höjden i nivå med anfanget. Underredet består av stolpar och bjälkar. På underredet står sedan valvbågen, som är tillverkad enligt den önskade bågformen hos valvet. Valvbågen är konstruerad av sammanfogade plank. På valvbågen vilar skälbrädorna, vilka utgör den yta som valvstenarna muras mot. Sänkningsmekanismen kan placeras in i underredet eller i valvbågen, beroende på konstruktion. De vanligaste sänkningsmekanismerna är domkraft, kilar, stämpskruvar eller hävstänger.

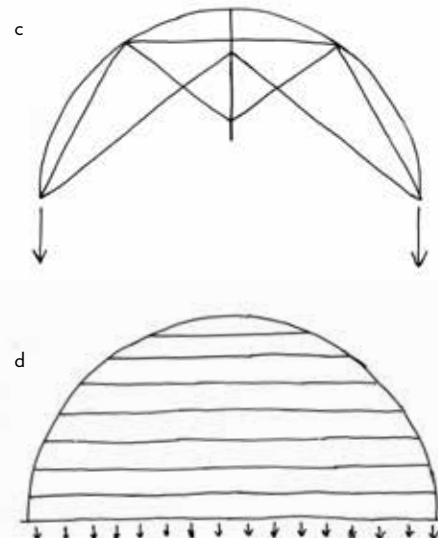


Valvställningen som användes vid restaureringen av ett jordkällarvalv i Gudhem.

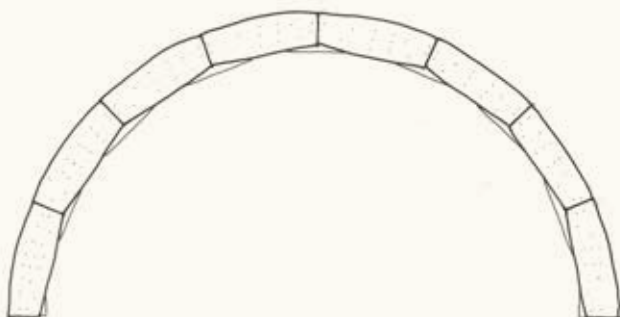
Olika valvställningar används i olika situationer. Storleken på valvet är en faktor. Det är också beroende av hur många stödpunkter som är möjliga att ha under ställningen. Exempelvis kan det vid brobyggen gå att utnyttja vederlagsmurarna som stöd för valvställningen eftersom det är svårt att arbeta i vattnet. Då kan det vara lämpligt att välja en ställning som riktar krafterna till endast vederlaget, som i ex c. Är det ett mindre valv kan skivor användas, som i ex d osv.



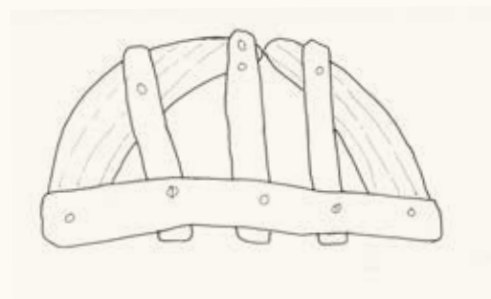
Några exempel på hur krafterna fördelas i valvställningen.



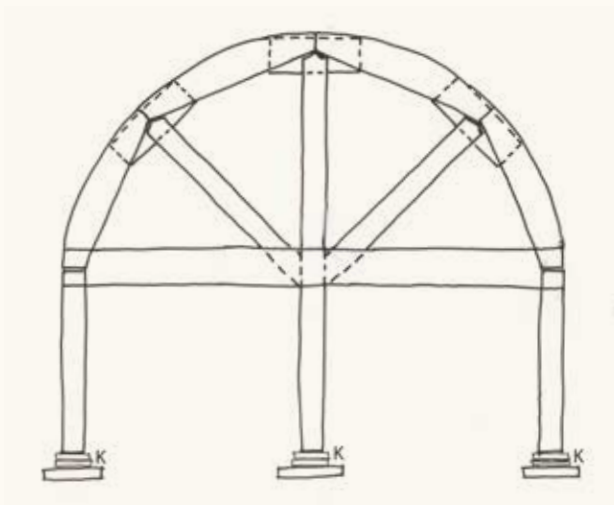
## Valvställningar



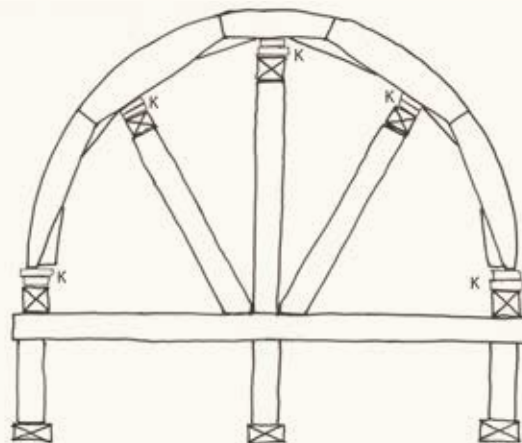
En valvbåge av laskade brädor. För att få fram bågformen ritas den i full skala på ett golv, eller på en stor skiva. Sedan överförs bågformen till brädorna och sågas till.



Medeltida valvbåge. Förmodligen vilade bottenplankans ändar på vederlagsmurarna. Det ser ut som att virket har fibrer som delvis följer böjen.

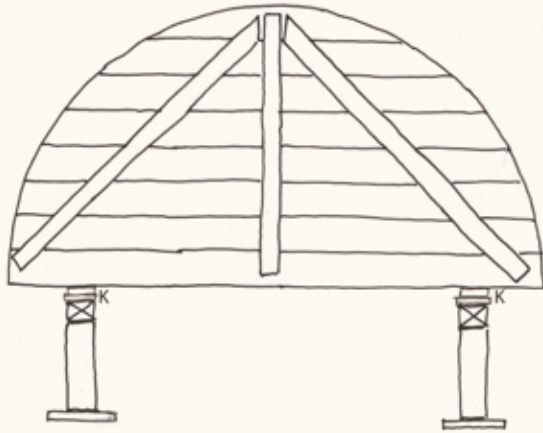


Valvställning med tre stöd. Kilarna (K) är placerade under stödbenen.

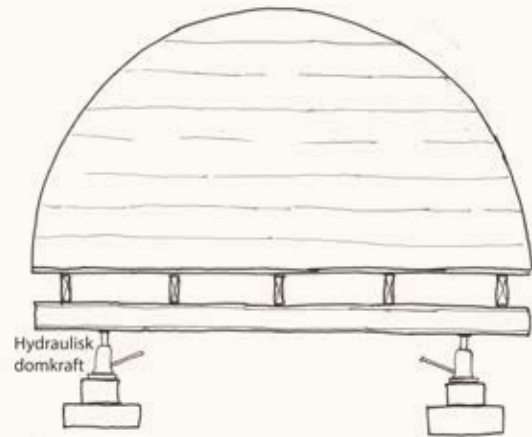


Även den här ställningen har tre stöd, men kilarna (K) sitter istället mellan valvbågen och stolparna. Här finns lite större utrymme för individuella justeringar.

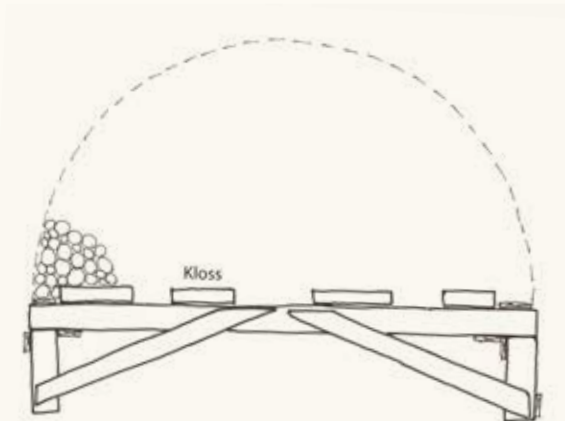




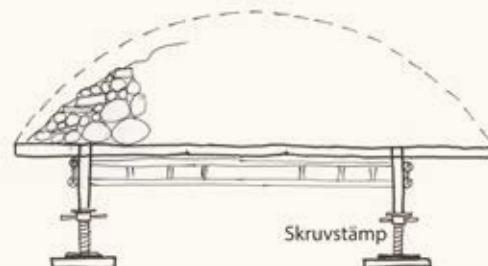
Valvbågen består av plankor som satts ihop till en skiva. Endast två stöd, med kilar (K) mellan de längsgående reglarna och bågen.



Höj och sänkbar valvställning med hydrauliska domkrafter.



I den här varianten används stockar och slanor som läggs i allt eftersom valvet byggs. För att släppa trycket när valvet är färdigmurat tas klossarna bort.



Valvställning som höjs och sänks med skruvstämp. Utfyllnad med stockar, slanor och virke. Utjämnning med jord.

# Hantverksinstruktioner



## VALVSTENEN

I valvet används den absolut bästa murstenen. Den står på högkant i valvet. Helst bör den vara svagt kilformad, men platta stenar går också bra. Den ska vara tjockast eller längst i ovankant. Sortera ut valvstenen i en egen hög.

## FÖRBAND

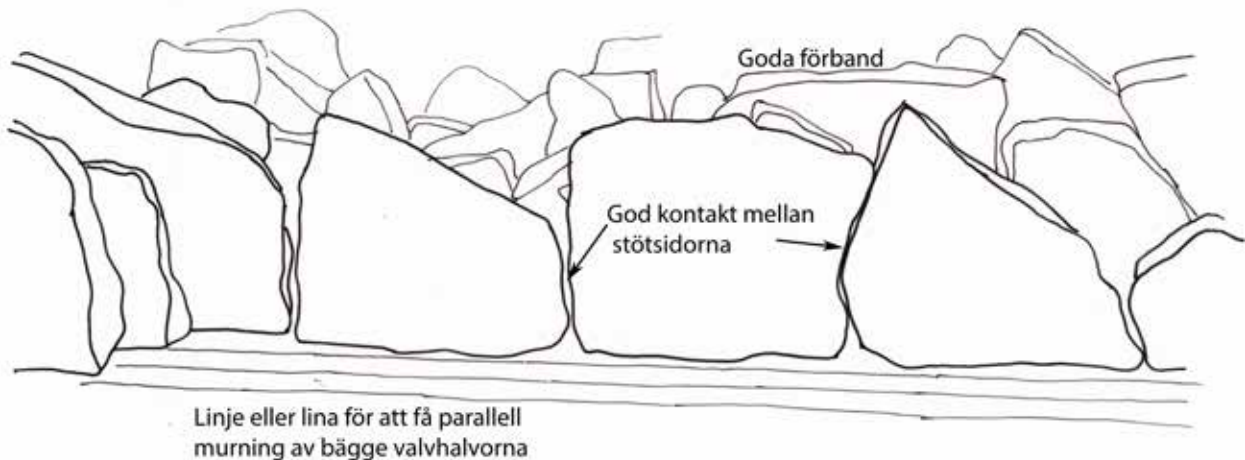
När valvet muras används samma principer som för vanliga kallmurade naturstenskonstruktioner, men det blir ännu mer viktigt att stenen ligger i förband. Särskilt viktiga är förbanden i valvets kanter. Kanten är en svaghet, eftersom de stenarna bara har förband åt ena hållet. Jämför med ett avslut på en vanlig skalmur. Välj de stenar som binder längst till kanten. Ta hjälp av inpassare för att få goda förband.

## TÄTA STÖTSIDOR

Det blir extra viktigt att sträva efter täta stötsidor när valvet muras. Det är för att enskilda stenar inte ska vrida sig ur läge, eller falla ur.

## PARALLELLA SKIFT

Det är viktigt att skiften på båda halvorna hålls parallella med varandra så att det inte blir stora skevheter när de möts på toppen. Det görs lättast genom att rita på linjer på skålbrädorna, eller spänna upp lina att förhålla sig till.



När valvet muras är det viktigt att ha goda förband, kontakt mellan stötsidor, och en linje att sikta mot så sidorna byggs upp parallellt.

## MURA BÅDA HALVORNA SAMTIDIGT

När valvet muras så byggs de båda halvorna samtidigt för att få en jämn belastning på ställningen, och för att kunna fördela stenmaterialet att bli jämnt på båda sidor. Det är bra om de största och tyngsta stenarna hamnar längre ner i valvet närmast anfanget. Försök också lägga lika stora stenar på bägge sidor av valvet så inte snedbelastning uppstår. En snedbelastning kan påverka valvet över tid och ge deformationer.

## STENARNAS RIKTNING MOT BRÄNNPUNKTEN

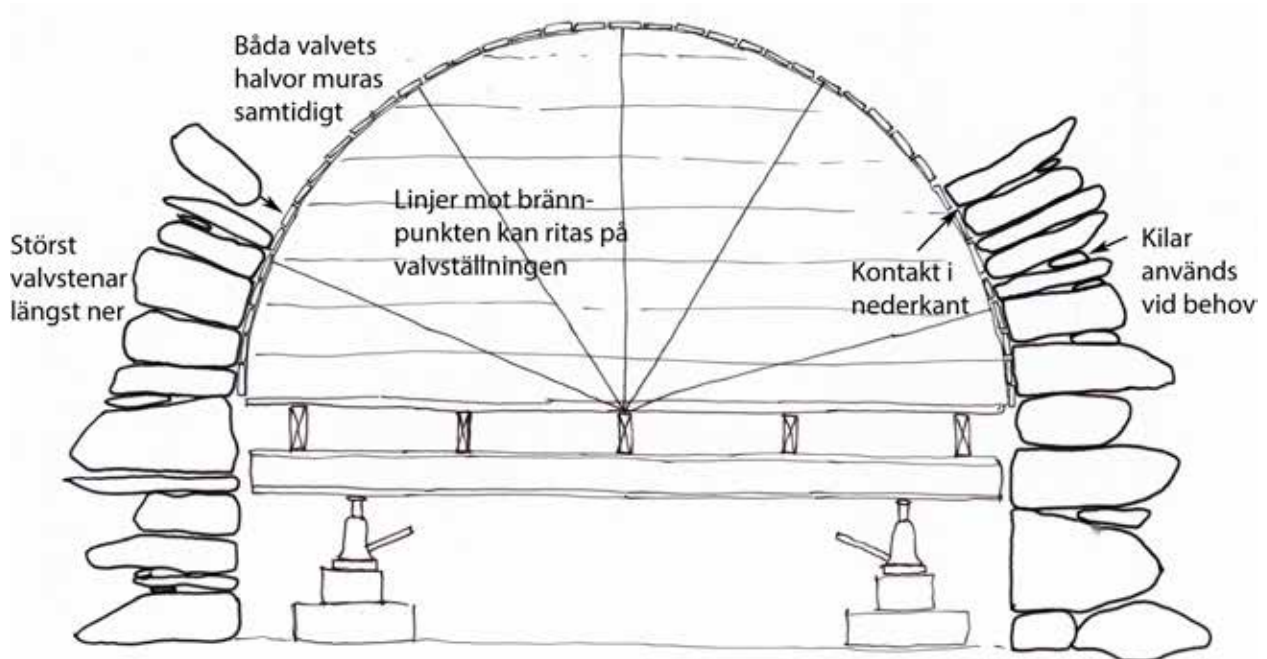
Under murningen kan det vara en fördel att ha ritat upp riktningar mot brännpunkten på valvställningen för att kunna syfta in stenarna i rätt vinkel. Stenkilar läggs i överkant för att rikta upp stenar till rätt vinkel.

Det är viktigt att hela tiden se till att riktningen blir rätt under murningens gång, annars kan snedbelastade stenar fara ut. Det går också skapa en anslagsvinkel utifrån bågformen. Anslagsvinkeln läggs sedan an mot skålbrädorna och visar rätt riktning för stenen.

## PÅMURNING

För att inte valvet ska kollapsa när valvställningen sänks så används påmurning. I inledningen påpekades att de flesta valv inte står av sig själva, utan behöver ett omgivande murverk för att fungera. Man kan säga att valvets nedre hälft behöver vara påmurad innan ställningen sänks. Påmurningen är ett stöd för valvet så att det inte kan kollapsa okontrollerat. Påmurningen samverkar med valvet och kan räknas som en del av det. Tumregler för påmurning är för rundbågar  $2/3$  av höjden, och för spetsbågar  $1/2 - 1/3$  beroende på överhöjningen. För segmentbågar är det inte nödvändigt att göra en påmurning innan ställningen sänks.

»Stenarna i valvet ska vara de bästa i konstruktionen«



Valvet muras från båda hållen samtidigt för att få en jämn belastning.

## KILA OVANSIDAN

Avslutningsvis, innan valvformen sänks ner, knackas kilar ner i alla springor och hålrum. Det passar att använda handläggans skaft eller en gummiklubba för att inte använda för stor kraft. Kilarna ska bara nypa fast och göra så att ovansidan av valvet får god genomgående kontakt. Det ska också täta ovansidan så att inte jord rinner ner. Täck och täta med ett lerbruk eller svagt kalkbruk. Det finns många lösningar på tätningen, och kolla i närområdet vad som används. Det kan vara mossa, näver, tång mm.

## TRÄKILAR SOM SÄNKINGSANORDNING

Träkilarna behöver ha tillräcklig längd för att kunna sänka ställningen ordentligt. Träkilarna kan ha ett lutningsförhållande på 1:10. En kil som går från 5 cm till 10 cm och är 50 cm lång, kan tillsammans med en likadan kil justera höjden på ställningen med ca 10 cm.



Valvform på Ekeby, Öland. Foto: Pontus Carlsson



Valvform. Foto: Espen Marthinsen



Fortifikationsverket utanför Karlskrona.



Jordkällaren i Gudhem före restaureringen började. Foto: Ann-Charlott Hajdu-Rafis

# Erfarenheter från restaurering

## RESTAURERING AV ETT VALV

En kurs i jordkällarrestaurering, Gudhem, Falköping, Västergötland

Text och foto av Joakim Lilja och Pontus Carlsson

Kursledare: Espen Marthinsen. Kursdeltagare: Anna Johansson, Frank Karlsson, Knut-Steffen Knutsen, Christer Larsson, Joakim Lilja, Pontus Carlsson, Ann-Charlott Hajdu-Rafis

### Bakgrund

I september 2013 genomfördes en kurs i restaurering av jordkällare. Platsen var Gudhem utanför Falköping, Västergötland. Kursen var ett samarbete mellan Hantverkslaboratoriet, och länsstyrelsen i Västra Götalands län. Behovet av att utbilda hantverkare som kan restaurera jordkällare (och andra kallmurade naturstensobjekt) är stort. Det är svårt att hitta hantverkare som kan ta på sig sådana jobb, och kursen var ett steg mot att närma sig problemet. Samtidigt blev det ett bra kunskaps/dokumentationsprojekt. Fyra stycken byggnadsvårdare från länet deltog i kursen. Kursledare var Espen Marthinsen från Nittedal i Norge. Som dokumentationsansvarig var Joakim Lilja. Pontus Carlsson deltog som praktikant och hjälpte till med dokumentationen.

### Observationer och skador

Troligen är jordkällaren från tidigt 1900-tal. På gården finns ytterligare två jordkällare, och detta är då den äldsta. Källaren ligger i en slänt, i öst-västlig riktning, med dörren rakt åt öst. En längre tids förfall har gjort att källaren dragit på sig stora skador. Hela frontmuren var nedrasad, och en hel del mursten tagits därifrån och använts till något annat. Det fanns nämligen inte alls så mycket nedrasad sten som skulle krävas för att mura upp fronten igen. Bakmuren var däremot intakt, förutom att den lutade

svagt. Valvet hade partier som såg deformerade ut, och det fanns sättningar i vederlagsmurarna.

Jordkällaren är byggd helt i kalksten, förmodligen från det absoluta närområdet. Vid första undersökningen av källaren drog jag slutsatsen att den var helt kallmurad med fogning i kalkbruk. Men efter att demonteringen började upptäckte vi snart att frontmuren varit lagd helt i kalkbruk. Endast valvet verkar ha varit helt kallmurat. Kalkbruket som använts var överlag svagt, förmodligen ett rent luftkalkbruk. Det fanns mycket osläckta kalkkorn i bruket, vilket gjorde att vi spekulerade i om det var en »hotmix«. Det kan kort sägas vara en metod att släcka kalkbindemedlet direkt i sand- och vattenblandningen. Några prover på kalkbruket, och även på jorden, togs och lades undan för möjliga framtida försök att återskapa kalkbruket.

### Yttertaket

Träd och buskar växte igenom ett totalförstört tegeltak. Rester av takkonstruktionen gick fortfarande att se. Det var en nockås, två hammarband och två mellanliggande åsar. På det låg sparrar med tegelläkt och tvåkupigt tegel. Det mesta hade dock försvunnit bland jord och buskar. Hammarbanden låg på varsin stödmur. Vi fann spår av att nockåsen har vilat direkt på bakmurens översta del med

en eller flera platta stenar som underlag. Vi kan bara anta att frontmuren tidigare var murad upp till motsvarande höjd som bakmuren, och attnockåsen även där varit placerat på samma sätt.

Vi diskuterade en hel del kring nyttan med att ha ett tegeltak på en jordkällare. Det finns ju många källare som bara är jordtäckta, och fungerar alldeles utmärkt. Några möjliga förklaringar till att det låg ett tegeltak på just den här källaren kan vara att jorden på platsen är en fin sand/mjåla, och ganska genomsläpplig. Vi grävde en provgrop ner till valvets ovasida, och fann jorden inte var hårdpackad, och att det inte fanns några andra vattenavvisande lager eller material. Ovasidan av valvet var tätat med ett svagt kalkbruk. Kanske byggdes taket samtidigt med källaren, för att undvika att vatten rann ner i den genomsläppliga jorden och lösa upp det svaga tätande kalkbruket. Självt har jag sett att tegeltak använts för att skydda ett ytterligare isolerande material, t.ex. torvblock eller halm. Det fanns inga spår av något liknande här.

### Bakmur

Källaren ligger i en slänt, och endast bakmurens putsade gavel syns ovan mark. Bakmuren är en stödmur mot den bakomliggande marken. Gaveln sticker upp ca en meter över valvet, och ca 1,5 m över marken. Strax ovanför marknivån finns en potatisglugg med måtten 45 x 25 cm. Den ligger bra till för att komma åt att hålla ner potatis i källaren.



Bakmurens gavel var relativt oskadd. Rester av tegeltaket fanns kvar.

### Frontmur och svale

Frontmuren var fylld med jord och grova stenar med diameter på ca 10-30 cm. På de stenar som återfanns på marken, från den raserade frontmuren, hittade vi spår av cementputs. Detta tyder på att frontmuren troligen varit lagad med cement i ett senare skede. Mellan stenarna i frontmuren fann vi kalkbruk. När vi plockade ner frontmuren som hade rasat och kalvat ut, var vi uppmärksamma på var och hur den kan ha stått. Vi letade även efter spår från olika lager av t ex kalkbruk eller grundstenar som kunde ge oss tips om hur det kan ha sett ut. Om man är uppmärksam under rivningen kan man lära sig mycket – man kan se vad som har fungerat och inte fungerat.

Taket på svalen har utgjorts av ett valv, då vi fann spår av anfänger och rester av valv vid ingången. Detta är lite ovanligt och vi ville gärna återskapa det. Dörren som var innerst i källaringången hade nederdelen ruttnat bort. Den främre dörren fanns inte överhuvudtaget och inte karmen till denna heller. I gången in till jordkällaren (svalen) fanns en urspisning på vänster sida som var putsad med cement, förmodligen i samband med andra senare cementputsningar.



Frontmuren var skadad och hade delvis rasat.



### Valv, anfang, vederlag och golv

Valvet var kallmurat, men tätat med kalkbruk på ovansidan. Ovanpå det tätande kalklagret låg det ett ca 50 cm tjockt jordlager som var lerfattigt och löst. Det var inte stampat eller pressat. Det syntes inga skillnader i jordfyllnaden utan det var ett homogent lager.

Vederlagsmurarna var stödmurar, förmodligen lagda i kalkbruk. Valvet hade formen av en parabel med spännvidd på ca 3 m och pilhöjden 70 cm. Vi upptäckte först i ett senare skede att öppningsmåtten blir bredare ju närmre öppningen mot frontmuren man kommer. Längst ut mot frontmuren är spännvidden istället ca 3,3 m. Det skulle visa sig få en del oönskade konsekvenser, vilka jag återkommer till. I de tidiga uppmätningarna som jag gjorde togs bara mått i planet på golvnivå, och där var måtten lika hela vägen. Endast ett snitt mättes, och då tog jag för givet att det var samma mått i hela källaren. Hade jag tagit flera snitt så hade jag kunnat se att det var sättningar i vederlagsmuren, och hur kraftigt valvet var deformerat. Det är inte helt lätt att upptäcka sådana skevheter i en mörk och trång källare, men jag borde ha blivit misstänksam när valvet buktade ner som det gjorde. Nu i efterhand ser jag nyttan med att göra bra uppmätningar innan arbetet startar.

Inne i jordkällaren fann vi plana stenar som låg som golv. Dessa var gömda under ett tunt lager jord.

### Skadeanalys – försök till förklaringar

#### *Skador på Frontmur*

Frontmurens yttre del hade rasat ner. Vi tror att det var en kombination av flera faktorer som lett fram till raset. Förmodligen har vatten runnit ner i packningen, vilket leder till rörelser och frostsprängning. Utsidan var lappad med cementputs som dels inte är genomsläpplig, och dels minskar murverkets förmåga att ta upp och fördela rörelser. Stora stenar låg »högt upp« i jordpackningen, och då finns risk att de skapar tryck på murverket. Flera stenar i botten hade kraftigt utåtlutande byggytor, och det kan vara bristande grundläggning, eller resultat av att muren börjat luta utåt och pressat ner bottenstenarna i framkant. Den viktigaste faktorn är att vatten runnit ner i den jordfyllda skalmuren och sprängt isär muren.



Valvet vilade delvis på dörrkarmen vilket gett upphov till skador.



Frontmuren plockas ner och jorden på valvet tas bort.

### Skador på valv

Valvet vilade delvis på front och bakmur, och det var tydligt att detta gav upphov till skador på valvet. Valvet ska vara helt fristående, så att alla delar av källaren kan röra sig fritt från varandra. Valvstenarna närmast bak- och frontmur hade vridits ur läge. Den största skadan var i framkant - där var även spännvidden större än i bakkant. Kan det vara så att valvet pressat ut vederlagsmuren i framkant och orsakat sättningar? Valvet var mycket mer oregelbundet/osymmetriskt än vad vi först såg. Delar av valvet hade sjunkit in, framifrån sett var det den främre vänstra delen som hade fallit in lite. Även i det bakre högra hörnet hade valvet skadats och några stenar fallit bort. Stenarnas vinkel ner mot brännpunkten skiljde sig från vänstra sidan mot den högra. Även stenarnas storlek skiljde sig, vilket gör att valvet kan bli snedbelastat av egenvikten. Det bästa är att lägga lika grova stenar på båda sidor av valvet med samma lutning ner mot brännpunkten.

### Restaureringsmetoder

Första steget var att montera ner hela den rasade frontmuren. Vi sorterade materialet i olika högar. Fyllnadssten och skrotsten lades i en hög. Murstenar som såg bra ut



Skador på valvet.

försökte vi sprida ut på marken så att varje sten syntes - det underlättar murningen att kunna se och välja bland många stenar. Jorden lades i en egen hög. Det gick åt ganska mycket yta enbart till att sortera materialet, och då var ändå mycket sten borttagen redan. Vi letade efter de gamla grundstenarna och andra jordfasta stenar i botten av frontmuren. De stenarna har då redan satt sig och fungerar utmärkt till grund för muren. Vi hittade några stycken stenar som såg ut att vara gamla bottenstenar. De inre stenarna låg bra, men de bottenstenar som hörde till utsidan lutade kraftigt utåt. De lät vi inte vara kvar, utan beslöt att lägga nya stenar där, och förstärka frontmuren med en murfot.

### Valvet

När fronten var nerplockad började avtäckningen av jorden från valvet. Jorden togs bort för hand med spadar och hackor och lades med skottkärror i högar intill. Det gjordes för hand främst för att det var kurs, och för att vi var sju personer på plats (det var både av pedagogiska skäl, och säkerhetsskäl). Grävmaskin hade annars kunnat fungera. Det finns dock en risk med grävmaskin att den råkar rubba sådana valvstenar som sticker upp långt, så den får



Det avtäckta valvet från ovasidan.

bara användas till översta lagret av jord och ut mot vederlagen. Jorden var väldigt lös och torr, nästan dammig. Det hade säkert fungerat med sugmaskin om man ville göra det snabbt. Ingen lerpackning hittades närmast valvet, utan det låg ett tunt lager med kalkbruk på ovansidan stenarna. Valvet sopades rent från jord. Jorden på vederlagsmurarna lät vi vara kvar för att inte få sättningar. En del av den översta jorden hade mycket ogräs och rötter, och lades i en egen hög och kördes bort. Jorden som skulle återanvändas lades på ovansidan källaren för att slippa bära den i uppförsbacke när den skulle läggas tillbaka.

Nu låg hela valvet öppet och blottat, och vi kunde få en överblick av skadorna. Valvet såg betydligt värre ut när jorden var borta, och man kunde se det utifrån. Vi diskuterade nu hur restaureringen av valvet skulle gå till. Det fanns två möjliga alternativ. Det ena var att plocka ner hela valvet och mura upp det på nytt. Det andra alternativet var att lyfta valvet för att släppa alla spänningar och endast mura om skadade delar. Vi valde det senare, främst utifrån ett antikvariskt perspektiv. Vi ville bevara så mycket av den ursprungliga konstruktionen som möjligt. Samma arbete med valvställningen måste göras i båda fallen.

Innan valvställningen konstruerades ville vi få en uppfattning om vilken bågform valvet hade. Vi slog ut segmentbåge, ellipsbåge och parabel i full skala. Sedan jämförde vi formerna med det befintliga valvet. Det var väldigt svårt att göra jämförelsen, eftersom skadorna hade deformerat valvet. Med viss fantasi låg alla formerna ganska nära, men vi tyckte att segmentbågen ändå låg närmast till hands. Det var lite svårigheter att tolka vad som var anfang, och vad som tillhörde valvet. Anfanget byggde inåt, vilket gjorde att valvet uppfattades som ellipsformat.



Valvställningens underrede med domkrafter och balkar.



Valvbågen formades efter deformationerna.



Skälbrädor skjuts på plats.



Valvbågarna har lyfts och valvet demonteras.

## Valvställning

För att kunna lyfta och mura om valvet byggdes nu en valvställning. Först lades sex fundament av leca-block. Fundamenten hade som funktion att vara lastutjämnare, och att höja upp ställningens underrede. På varje fundament placerades en 10-tonns hydraulisk domkraft (med en liten brädlapp under för att fördela trycket). Helst skulle vi velat ha 20-tonns domkrafter för att vara på säkra sidan, men vi fick bara tag i 10-tonns. På domkrafterna lades 3 st tvärgående 18 mm HEB-balk, och därefter 5 st 45 x 190 cm regler ståendes på högkant. Detta utgjorde det höj och sänkbara underredet. Underredet planerades så att det kom upp i höjd med anfanget, för att valvbågen skulle hamna i rätt nivå.

6 st valvbågar gjordes av 22x195 cm brädor, som spikades ihop med tre utanpåliggande brädor till en skiva. På denna skiva kunde nu valvformen ritas, och sågas ut. Här stötte vi på de första svåra problemen. Eftersom vi ville bevara så mycket som möjligt av det ursprungliga valvet, som ju var kraftigt deformerat, så kunde vi inte använda samma form på alla skivor. Vi fick anpassa varje form individuellt utifrån de skador valvet hade. Vi märkte också att det inte gick att få in valvbågarna annars – de tog helt enkelt i taket där det buktade ner. Tillslut kunde vi resa de sex valvbågarna och fästa dem med stag och snedsträvor för att förhindra att de rörde sig i längs- och sidled. En liten stoppklots fästes i vardera änden för att skålblädorna (de som man murar mot) inte skulle kana av. Nu kunde skålblädorna skjutas in mellan valvbågarna och det gamla valvet. Skålblädorna utgjordes av 45 x 45 regel.

Valvbågarna höjdes upp genom att lyfta med alla domkrafterna lite i taget. Ganska snart såg vi att valvstenarna rörde sig, och alla spänningar släppte. För att undvika domkrafternas sjunkning, så ställdes kraftiga stödreglar på högkant intill domkrafterna, i den höjd som vi ville ha. För att ytterligare släppa upp spänningar så tog vi nu bort stenar från flera skift på valvets topp. Därefter revs de skadade delarna som vi ville lägga om. Murstenar som vi plockade bort lade vi alldeles intill, för att ha dem nära till hands. Nu sköt vi också in fler skålbläddor under de partier av valvet som hade svackor, för att de skulle få tillbaka en del av den gamla formen. Vi ville ju bevara så mycket som möjligt, men samtidigt få bort en del av de svåraste sättningarna.



Skadade delar av valvet demonteras.



Valvet nästan färdigmurat.

»Om man är uppmärksam under rivningen kan man lära sig mycket – man kan se vad som har fungerat och inte har fungerat över tid«



Den nya valvformen, efter att den misslyckade valvmurningen demonterats. Foto: Espen Marthinsen.



Det nya valvet under uppbyggnad. Foto: Espen Marthinsen

Då var allt redo för att börja mura tillbaka de delar som var bortplockade. Vi försökte vara noga med att få långa stenar i valvets ändar, som binder långt in. Kalkstenen ger ju jämn skiftgång, så vi försökte att hitta stenar så att det blev helt jämna ytor att lägga nästa skift mot i förband. Samtidigt ska riktningen på fogarna vara mot brännpunkten, och ibland fick man kila upp stenar till rätt vinkel. Vi försökte hitta stenar med lite kilform, och med stötfogar som låg helt mot varandra. Efter att alla stenar lagts på plats kilades större hålrum och springor i valvets ovasida. Det gjordes genom att försiktigt knacka ner flis och skärv.

När alla reparationer utförts, kunde vi sänka valvet igen. Stödreglarna intill domkrafterna togs bort och sedan sänktes de lite i taget. Nu började de riktigt stora problemen. Allting verkade fungera bra, och skålbrädorna kunde lyftas ut. Men snart såg vi att det var en punkt som fortfarande vilade på skålbrädor och valvbåge – och domkrafterna gick inte att sänka mer. Riktigt vad som

gick snett här är svårt att veta. En teori är att det parti som inte kom i spänn gjorde att hela den delen av valvet fick ojämn sättning, och därmed misslyckades. Valvet såg i princip likadant ut nu efter omsättningen som det gjorde innan. Vi hade misslyckats.

### Ett nytt försök

Kursen var nu slut, och det kändes tråkigt att ha misslyckats. Espen ville gärna komma tillbaka och göra om det, och den här gången plocka ner hela valvet. Vi insåg nu i efterhand att valvet hade varit för skadat för att kunna delrestaureras. Det är inte lätt att veta på förhand var gränsen går för att kunna göra en sådan lagning, men vi visste nu att det krävdes en total ommurning av valvet. Sagt och gjort - efter våra nya erfarenheter, och efter att ha bra koll på måtten, kunde Espen förtillverka nya valvbågar. Espen valde att göra en segmentbåge med 10 cm högre pilhöjd, för att minska den utåtriktade kraften



Valvställningen har sänkts ned och det nya valvet har låst sig. Foto: Espen Marthinsen

mot vederlagen. Valvbågarna kunde nu också anpassas i bredd efter vederlagsmurarnas skevheter. Den här gången lyckades valvslagningen utmärkt.

### Tidsåtgång

Demontering av skadad frontmur samt borttagande av jord tog ca 1 dag med 6 personer. Det som tog längst tid var tillverkningen och inpassandet av de individuellt anpassade valvbågarna. Det tog ca 2 dagar. Att göra helt nya valvbågar oberoende av det gamla valvet hade nog tagit ca halva tiden. Murningen av valvet tog ca 1,5 dag på 4 personer, och rivning av valvställning en halv dag. Frontmuren har tagit ca 9 dagar att mura från bottenstena upp till svalens valv (ca 180 cm högt). Då återstår ju en hel del murnning på fronten. Man får också tänka på att all murnning har skett i kursverksamhet, och då går det långsammare.

### PROBLEM OCH DISKUSSIONSFRÅGOR:

- Hur påverkas kallmurade konstruktioner av putsning och fogning med bruk av olika hårdhetsgrad?
- Kan en noggrann uppmätning och dokumentation vara ett viktigt hjälpmedel för restaureringsarbetet?
- Hur tar man sig an ett skadat valv? Går det att laga delar eller måste man plocka ner hela valvet - var går gränsen?
- Hur bedömer man att ett valv med deformationer är stabilt och ok?



Det färdiga valvet.



Jordkällare på Örnäs kulturresevat, Skåne





Balkbro över biflöde till Tidan, Mariestad, Västergötland.

# Balk

En balk är en övertäckande konstruktion. Balken används för att bygga över fönster och dörrar, som rumstäckande takkonstruktion, samt i vägtrummor och broar.



Bro med kraftig stenbalk. Karleby, Mariestad, Västergötland.



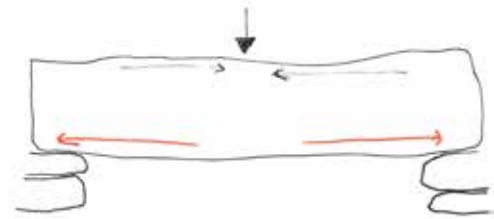
Jordkällare med balk som tak över svalen. Vallby, Skövde, Västergötland.



Jordkällare med balk över potatisinkastet. Kulturresevatet Vallby Sörgården, Skövde, Västergötland.

## FÖRKLARING AV KONSTRUKTIONEN

Balken utsätts för tryck- och dragkrafter. På ovasidan bildas tryckkrafter, och på undersidan bildas dragkrafter. Stenen behöver vara tillräckligt tjock för att klara belastningen och inte knäckas. Generellt har sten en mycket bättre förmåga att ta upp tryckkrafter än dragkrafter. Om det finns sprickbildningar i stenen är de särskilt känsliga för dragkrafter. Därför är det viktigt att en stenbalk är av bra kvalitet.



En balk som utsätts för tryck ovanifrån får dragkrafter på undersidan och tryckkrafter på ovasidan.

»På undersidan bildas dragkrafter«



Jordkällare med s.k. hällatak. Väggarna smalnar av för att spannet ska bli så litet som möjligt. Enehögen, Floby, Falköping, Västergötland. Foto: Stig Johansson.

## VARIANTER

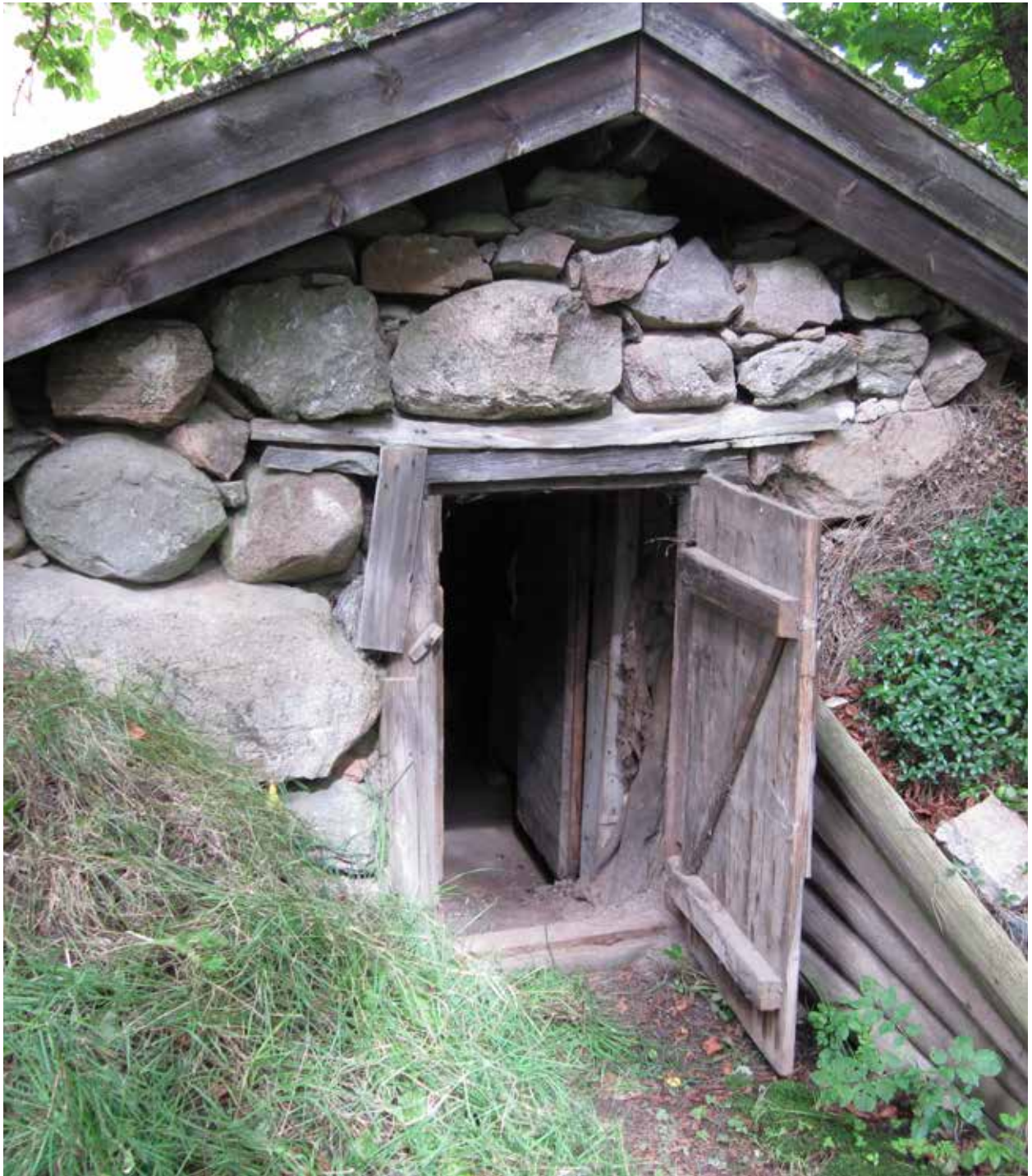
I vissa trakter förekommer en källartyp som är byggd av stora kalkstensskivor. Konstruktionen är precis som ett pepparkakshus. Varje vägg består av en enda hel skiva som fästs ihop i hörnen med järnkramlor. Taket är två stora hällar som möts i ennock. Under tidigt 1900-tal tillverkades dessa källare i stenbrott och såldes som byggsatser.

Ett exempel är Kinnekulletrakten, där dessa källare i kalksten förekommer rikligt.

Det finns även kombinationer med träbalkar. Till exempel finns det jordkällare med innertak av trä, uppbyggt av åsar och plank. Det finns tak där bjälkarna är av trä och sten lagts ovanpå.



Jordkällare av förtillverkade kalkstenshällar - precis som ett pepparkakshus - sammanfogat med järnkramlor. Karleby, Mariestad, Västergötland.



På jordkällare kan balken över svalen vara av trä istället, förmodligen på grund av att det inte funnits hällar i närheten. Järpås, Vara, Västergötland.

Stenbron i Vägersta före restaureringen. Det var nästan helt stopp i trumman eftersom sidomurarna rasat in. Foto: Bertil Lindgren





## ERFARENHETER FRÅN RESTAURERING

### RESTAURERING AV BALKBRO

#### Stenbron i Vagersta

Text: Jonas Pehrson

Foto: Anders Johansson och Joakim Lilja

Anders Johansson jobbar på Mark och Marin AB bl. a. med att restaurera naturstenskonstruktioner.

Stenbron med anslutande kallmurar och stenstolpar (gardister) på gamla vägen mellan Askersund och Laxå har restaurerats. Brons genomlopp var delvis blockerat pga. intryckta stenar och dess murar (sidomurar) mot upp- och nedströmssidorna var uttryckta och nedsjunkna. Vägbanken som på båda sidor om bron var uppbyggd med stödmurar av gråsten hade sträckvis rasat ut. Murkrönen var försedda med stenstolpar förbundna i topparna med galvaniserat skyddsräcke av stålror.

Byggnadsverket som har sitt ursprung från slutet av 1800-talet har ansetts vara av kulturhistorisk värde och utgör med sina stengardister en intressant vy från den nya vägen. Den gamla vägsträckningen med stentrumman förvaltas av en Vägsamfällighet och är öppen för allmän trafik. Anläggningsarbetena utfördes mellan november år 2013 till februari år 2014. Bron inklusive stenskodda landfästen är drygt 50 meter lång och 6 meter bred. Högsta höjd är ca 3 meter. Trummans öppning är ca 0,9 meter hög och 0,5 meter bred.

Vid restaureringen var målen att:

- undersöka använd byggteknik
- granska skadorna och bedöma dess orsaker
- återanvända befintligt byggmaterial på samma läge som tidigare i konstruktionerna
- restaurera konstruktionerna i ursprunglig standard och skick
- restaurera för en livslängd på minst 120 år
- i så liten omfattning som möjligt ändra byggteknik och material för att uppnå satt livslängd.



Den inrasade sidoväggen. Foto: Bertil Lindgren



Foto: Bertil Lindgren



## BESKRIVNING AV KONSTRUKTIONER, SKADOR OCH TROLIGA ORSAKER

Stenbron delas här in i fyra delar - Stentrumma, sidomurar, vägbana och räcke med stengardister.

### Stentrumma

Trumgenomloppet är utförd av granitsten med sidor i två jämna skift (tvåskifttrumma). Skiftstenarna är rektangulärt utkilade med grovhuggna kopytor och tuktade anliggningsytor för god passmån i stöt- och liggfogar. Spår av klyvsöm med rundborr förekommer. Stenarna i trummans botten var alla kontinuerliga i tvärled (löpare) och valvstenarna (balkarna) var upplagda utan avbrott på sidostyckena. Stenarna i valvet var olikformade men hade god anpassning till stenarna intill och sidan mot trumman var jämnhuggna. Över stentrumman bestod packningen av sprängsten och grus. En jämn bottennivå utan fogförskjutningar tyder på en stabil grundläggning med packad stenfyllning på en eventuell rust av plank eller rundvirke. Grunden rördes aldrig under restaureringen, så det är svårt att veta exakt vad den består av. Vid in- och utloppen var den yttre valvstenen kramlad till den innanföriggande stenen.

### *Skador och orsaker*

Innan demonteringen bedömdes skadan bero på att balkarna rasat in och täppt till trumman. När konstruktionen blottades under pågående restaurering blev det klart att det var sidomurarna i trumman som hade tryckts in. Förmodligen var det tjälfarlig kringfyllnad, i kombination med uppkomna glidytor som orsakat ett tryck mot sidorna i genomloppet. Endast det övre av de två skiften hade tryckts in, det undre var intakt. Flödet hade ytterligare stoppats upp av grenar och träbitar som fastnat i det trånga utrymmet. Vattnet har då varit tvunget att välja en annan väg genom konstruktionen och orsakat ytterligare skador genom bortspolning av material.



Inloppet till stentrumman under pågående demontering.



När balkarna lyfts av blev det tydligt att sidomurarna tryckts ihop och orsakat stopp i trumman.

## Sidomurar

Sidomurarna mot bäckfåran var utförda som kallmurar i fortlöpande och horisontella skift. Stenarna var långsmala och hade ett relativt litet djup in i väggkroppen. Formen kan möjligen tyda på att stenarna är återanvända och tillhört en utriven valvbro eftersom de skiljer sig så kraftigt från de övriga stödmurarna på landfästena. De är också av en annan bergart (pegmatit) än den lokala graversforsgraniten och kommer från ett stenbrott (se vidare J. Grenbergers utredning). Stenarna var förhållandevis grunda och sten med funktion som bindare saknades. För att motverka jordtrycket och tillfälliga laster var några murstenar avlastade med dragjärn till en ankarsten i väggkroppen.

Anslutande stödmurar på landfästena är utförda som kallmurar med sprängsten på ett bottenskiift av relativt grov fältsten.

### *Skador och orsaker*

Sidomurarna var påverkade av sättningar. De hade skjutits ur läge av inre tryckkrafter, som troligen beror på höga trafiklaster på vägbanan. Några ankarjärn var avrostade och även ankarstenarna hade tryckts ut tillsammans med murstenen. Dessutom har sättningar skett under sidomurarna på båda sidorna om trummans grundläggning. Dessa sättningar har gjort att murstenarna glidit isär.

På de anslutande landfästenas stödmurar var murstenarna generellt små och ofta utbildade som "strutar" med ofördelaktiga liggytor. Flera rasade partier fanns, och skador som ännu inte rasat. Bottenstenar med utåtlutande och jämna liggytor hade på sina ställen dålig friktion mot överliggande skift. Djupa stenar med bindarfunktion saknades. Tecken på källutspång noterades på några ställen vilket också kan vara en bidragande orsak till utrasen.



Sidomurarna var i dåligt skick.



För att förstärka sidomurarna var de dubbade på insidan.

## Vägbana

Väggkroppen öster om trumman bestod av ca 20 cm grus på sprängstenspackning tätad med ett lager av kompakterad lera. Väster om trumman bestod överbyggnaden av ca 30 cm lerblandat grus, och hela packningen bestod av lera. Något anmärkningsvärt som noterades vid demonteringen var att den sida av bron som hade kärna av lera verkade mindre skadad än den del som hade kärna av sten. Det var dock svårt att veta om det berodde på leran, eller några andra omständigheter. Det var också svårt att veta varför ena halvan av bron fyllts med lera, och andra halvan med sprängsten.

### *Skador och orsaker*

Brokärnan verkade ha tryckts ut åt sidorna. Det kan bero på hårt tryck från jordbruksmaskiner och andra tunga fordon. Det fanns hål i körbanan som visar att småkornig fyllning spolats ur konstruktionen. Detta medför volymförluster i kärnan som ger sättningar i brokonstruktionen.



Vägfyllningen väster om trumman bestod av lera.



Vägfyllningen öster om trumman bestod av stenpackning

## Broräcke

Stenstolparna var grundlagda på en bottensten, somliga fixerade med dubb och andra med kramling till ankarsten i vägkroppen. Samtliga stolpar var försedda med ett dragstag infästa i nivå med vägbanans överkant till en ankarsten. Stagen var fixerade i stenarna med stålkilar.

### *Skador och orsaker*

Räcket var påverkat av sättningarna i sidomurarna. Stagen var allmänt angripna av korrosion, speciellt i den utsatta zonen kring marknivån. Flera stenstolpars toppar hade skador på grund av rostsprängningar.

» ...somliga fixerade med dubb, och andra med kramling... «



Fästet för broräcket.



Stenstolparna var fästa med dubb eller järnkramlor.

## RESTAURERINGSÅTGÄRDER

För att komma åt att arbeta med grävmaskin etablerades tillfälliga körvägar av grus med dikestrummor under på bägge sidor om bron. Dessa ytor blev också delvis upplagsytor för mursten. Därefter kunde hela nedmonteringen av skadade delar påbörjas. Alla de kvaderformade murstenarna i sidomurarna märktes upp för att kunna återföras på exakt samma plats i muren. Sedan plockades de ner och lades på marken i samma ordning som de låg i muren. Packningsmaterialet lades i en egen hög. Tanken var att man i materialet eventuellt skulle kunna hitta kompletterande mursten till stödmurarna på landfästena, och även återanvända packningen. Hela bron över diket monterades ner ända till själva trumman. Då upptäcktes att det var den ena sidan på trumman som rasat in, och inte de överliggande balkarna. Det låg några stora runda stenbumlingar intill de skadade delarna, och kanske hade de rört sig och tryckt ut muren? Eftersom konstruktionen var intakt upp till och med första skiftet i trumman så rörde ingenting under denna nivå. För att förstärka konstruktionen i trumman användes järndubb som borrades genom båda skiften och ner i bottenstenen. Även de överliggande balkarna dubbades fast. Som ett rostskydd fylldes borrhålen med betong när järnen var på plats. De yttre överliggarna fästes i varandra med genomgående dragstag som ännu en förstärkning.

### Sidomurar

Nu kunde återuppbyggnaden av sidomurar och kärna göras. Det tjälfarliga materialet runt trumman grävdes bort och ersattes med lättfyllning av porglas. Detta gjordes för att minska på egenvikten och därmed trycket på grundläggningen. Porglaset användes som fyllning upp till 0,6 meter under vägbanan.

En ny grundsten placerades på vardera sida om trummans in- och utlopp. För att inte störa befintlig grundläggning har de nya stenarna grundlagts på högre nivå med en grusbädd och placerats på topparna av nedtryckta rundjärn, 4 st under vardera sten. Fast botten eller gammal rust erhöles på ca 1.2 m under stenarnas underkant. Tidigare horisontella fixeringar av stenar i sidomuren, utförda med dragjärn till separata ankarstenar, är nu ersatta med genomgående dragjärn till murstenar i motstående sidomur. Dragjärnen har utförts med

rundstål  $\varnothing$  22 mm som rostskyddats med två strykningar av asfaltmassa.

I de anslutande stödmurarna på landfästena har mindre funktionsdugliga stenar sorterats ut och komplettering har skett av sten med bindarfunktion (20% av stenmaterialet). För att snabbt få bort vattnet kring murarnas grundläggningsnivå har marken längs muren sidor dränerats. Täckdikena består av rörledning med singel och ett yttre lager grov makadam som också utgör motfyllning och stöd för bottenstenar. Makadamlagret skall försvåra inväxning och hålla stenmurarna synliga.

»Alla de kvaderformade murstenarna i sidomurarna märktes upp för att kunna återföras på exakt samma ställe«



Grävmaskin med griplastare användes för att plocka ner sidomurarna.



De nya dubbarna som ska förhindra att skadan kommer tillbaka. Foto: Anders Johansson



Balkarna har återmonterats över brotrumman. Foto: Anders Johansson



För att få bättre hållfasthet i sidomurarna ersattes järnkramlorna med dragstag. Foto: Anders Johansson



Markduk och väggrus. Foto: Anders Johansson

## Vägbana

För att minska skador från tjälskjutning har som ovan beskrivits dränering utförts längs murarnas utsidor. Vägens överbyggnad har bytts ut och terrassen (ytan under gruspackningen) har försetts med ett geonät som tar upp och reducerar trycket från trafiklasterna mot murarna.

## Broräcke

Samtliga stag har korrosionsskyddats genom strykning med asfaltsmassa. Stag med omfattande areaminskning har bytts ut (15 stag av 42 är utbytta).

## Drift och underhåll

Stenbron kräver inget speciellt underhåll utöver normala åtgärder som t.ex borttagning av ansamlingar kring inloppet. Makadambeklädnaden i slänt och murfot kommer med tiden att få en yttlig påväxt i likhet med murstenarna. Beklädnaden medför att röjningsarbetet minskar för att hålla muren synlig då etableringen av vegetation fördröjs.

## Förändringar

Sammanställning av förändringar jämfört med ursprungligt utförande

- Dränering efter slänt och murfot på båda sidorna. /

Förekom inte tidigare/ samt utbyte av jord och grus till makadam.

- Kontinuerliga dragstag mellan sidomurarna /Tidigare dragjärn fixerade i ankarstenar/

- Dubbning av sido- och valvstenar. /Förekom sparsamt och är kompletterade med nya/

- Kärnan över bron bemängd med lera utskiftad och ersatt med lätt klinker

- Materialavskiljning utförd med geotextil. /Tidigare avskiljning och tätning utförts med lera.

- Ny sten anlagd som stöd öster om nedströms mynning.

- Inskjuten sidosten på inloppets västra sid kompletterad med ny utfyllnadssten. (Estetisk åtgärd)

- Övre gruslagret på båda sidorna av bron (mellan stengardisterna) ersatt med ett 35 cm djupt bärlager på geonät.

### PROBLEM OCH DISKUSSIONSFRÅGOR:

- Hur balanserar man antikvariska ställningstaganden när det finns behov av att förstärka en ursprunglig konstruktion för att anpassa den till dagens förutsättningar?
- Hur problematiska är stora stenar i kärnan – stora stenar = stora problem?



Stenbron i Vägersta efter restaureringen. Foto: Anders Johansson



Överkrkning i eldstaden på en linbasta, Örnans kulturreservat, Skåne.

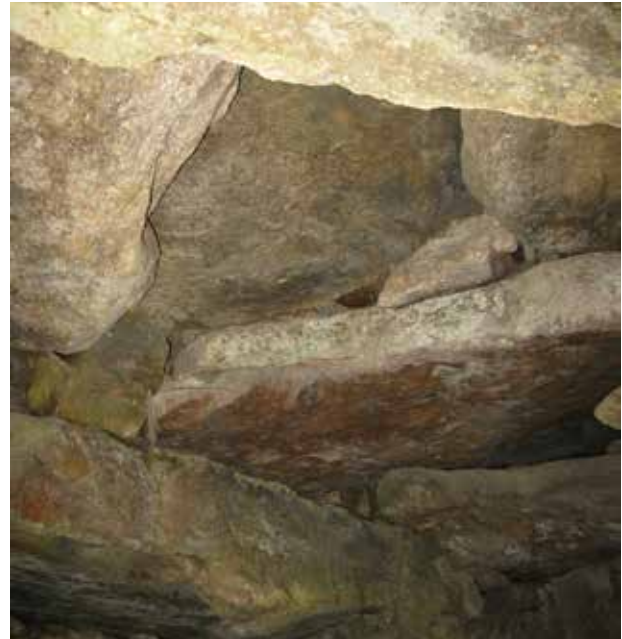


# Överkragning

Överkragning används oftast som rumsövertäckande konstruktion, eller som avslut över öppningar i murar. I Sverige är överkragning i natursten ganska ovanlig. Mest känd är tekniken från jordkällartak i sydvästra delen av landet, men konstruktionen påträffas även i andra sammanhang och landsändar. Det är den minst undersökta konstruktionen i projektet. Inga restaureringar av överkragade konstruktioner har gjorts under projektets period och därför finns inte mycket information att återge.

## Två olika tekniker

Överkragning görs av flata stenar som i varje skift är något förskjutna inåt mot mitten på rummet, eller öppningen. Den rumstäckande överkragningen förekommer i två olika varianter. I den ena är rummet (planet) runt eller har rundad rumsform, medan den andra har rektangulär form. Den runda formen blir hög och toppig i formen och har kallats »kupalvalv«. Tekniken kräver inte lika stora stenar som den rektangulära. Den rektangulära formen återfinns där det finns tillgång till stora hällar. Över rummets hörn läggs hällar som utgör en stabil grund för resten av muringen. Överkragning görs utan ställning.



Den fyrkantiga överkragningen som består av stora stenhällar.  
Foto: Karin Nordström .



Den runda överkragningen som blir toppig och hög i formen. Mindre sten kan användas. Hermanö, Bohuslän. Foto: Birthe Hellman.



Jorden borttagen på en jordkällare av den runda typen. Hermanö, Bohuslän. Foto: Birthe Hellman.



Konstnärligt avslut på gårdsgård - eller var det för mycket sten kvar i slutet? Törnbergatomten, Mariestad.





Stenmurskantad väg, Drag, Kalmar, Småland.

# VÄGLEDNING VID UNDERHÅLL, RESTAURERING OCH NYBYGGGNATION

När naturstensmurar ska restaureras eller nybyggas så dyker det ofta upp en del funderingar. Det kan till exempel vara frågor kring vilka lagar som gäller, var man kan få tag på material, eller vilka natur- eller kulturvärden det finns. I det här avsnittet beskrivs först värden knutna till naturstenskonstruktioner. Sedan följer vilka lagar som reglerar natursten, och naturstenskonstruktioner. Där- efter finns några förslag på var sten kan hämtas, och vad ett antikvariskt förhållningssätt kan innebära. Sist några tankar kring dokumentation vid restaurering av värdefulla kulturmiljöobjekt.

## VÄRDEN HOS NATURSTENSKONSTRUKTIONER

Naturstenskonstruktioner fascinerar oss ofta. Man förundras över hur det är möjligt att lyfta och passa ihop något som är så tungt och hårt. Eller att en mursida kan se slät eller mjuk ut, när den består av något så hårt och kantigt som sten. Vi fascineras av alla tusentals mil med stengårdsgårdar som löper genom landskapet, och all den möda och slit som lagts på att röja sten.



Stenmur i Karleby, Mariestad, Västergötland.

## Gärdsgårdar

Samtidigt representerar gårdsgårdarna viktiga historiska skeenden, manifesterade i landskapet. Den agrara revolutionen i Sverige under 1800-talet var drivkraften för detta enorma byggnadsverk. Framförallt var det införandet av plogen som krävde stenfria åkrar. Därmed rensades nästan all åkermark i Sverige från lösa stenar och odlingsrösen. Större block sprängdes med krut eller dynamit. Även andra rationaliseringar inom jordbruket drev på processen. Laga skifte var till exempel en reform för att omfördela ägandet av jorden till större sammanhängande områden. Ökad mekanisering och industrialisering var en annan. Träd och virkesbrist var också bidragande orsaker till att sten användes istället för trä, åtminstone i södra Sverige.

Just gårdsgårdarna är viktiga inslag i våra kulturlandskap i fler bemärkelser. De ligger i gränser mellan byar, gårdar eller gården. Gränser som kan vara många hundra år gamla. Att gränserna fortfarande är starkt markerade i landskapet skapar autenticitet i kulturmiljöer genom att ägostrukturer blir tydliga och visualiserade. Eftersom de inte förstörs av väder och vind blir de en stark länk till ett historiskt landskap, men också en integrerad del av vårt nutida landskap. De är alltså viktiga för upplevelsen av ett levande kulturlandskap.

## Immateriellt kulturarv

Naturstenskonstruktioner representerar även ett immateriellt kulturarv. Det handlar om hantverkarens kunskap som skapat (och skapar) murarna. Naturstensmurar kräver underhåll. Därför måste bevarandet av kunskapen om naturstensmurning bevaras, lika väl som de fysiska objekten. Annars riskerar det kulturarv de representerar att på lång sikt förstöras. I den här skriften görs ett försök att beskriva den praktiska teorin som är kopplad till hantverket, men hantverket är inte bevarat bara för att det står om det i en bok. Ett hantverk bärs alltid av en människa, och det lärs mellan människor. Därför är det viktigt att vi även vårdar och underhåller kunskapen inom hantverket genom att se det som en naturlig del av kulturarvet.

## Växt- och djurliv

Att naturstenskonstruktioner i landskapet även innehåller ett växt- och djurliv lyfts ofta fram som ett viktigt värde. I ensidigt nyttjade jordbruksmarker som är fattiga på naturliga biotoper är de särskilt viktiga. Till exempel kan en gårdsgård bli en helt egen livsmiljö. Den kan även fungera som en spridningsväg mellan andra livsmiljöer. Solbelysta stenmurar med örtrik vegetation intill är de mest rika miljöerna. Här trivs förutom ljuskrävande lavar insekter som humlor, nyckelpigor, steklar, rovflugor och spindlar. Fjärilar trivs på de varma solbelysta stenytona. Ormar, ödlor och grodor trivs också bland stenarna.

## LAGAR SOM BERÖR NATURSTENSMURAR

För att skydda äldre naturstenskonstruktioner från att tas bort eller förstöras, så finns det regleringar i lag. Beroende på vilken mark konstruktionen finns är det olika lagar som gäller. De fyra viktigaste lagarna är kulturmiljölagen, miljöbalken, plan- och bygglagen samt skogsvårdslagen. De olika lagarna är delvis samkörda för att täcka in skyddet för kulturvärden i de flesta miljöer. Det kan krävas särskilda tillstånd för att restaurera objekt som omfattas av dessa lagar. Därför är det alltid bra att ha kontakt med berörda myndigheter, särskilt om man är osäker på vad som gäller.

## Kulturmiljölagen

Övergripande ansvar för kulturmiljölagen har riksantikvarieämbetet, medan länsstyrelsen hanterar dess ärenden. I kulturmiljölagen skyddas naturstenskonstruktioner främst som fornminnen, byggnadsminnen och kyrkliga kulturminnen.

Fornlämningar är lämningar efter människors verksamhet under forna tider, som har tillkommit genom äldre tiders bruk och som är varaktigt övergivna.

En byggnad som har ett synnerligen högt kulturhistoriskt värde eller som ingår i ett bebyggelseområde med ett synnerligen högt kulturhistoriskt värde kan skyddas som byggnadsminne av länsstyrelsen. Skyddet regleras i en byggnadsminnesförklaring. Bestämmelserna om bygg-

nadsminnen får också tillämpas på parker, trädgårdar eller andra anläggningar.

Kyrkobyggnader och kyrkotomter uppförda före 1939 skall vårdas och underhållas så att deras kulturhistoriska värde inte minskas och deras utseende och karaktär inte förvanskas. Bestämmelserna omfattar också begravningsplatser och sådana byggnader på begravningsplatsen som inte är kyrkobyggnader samt fasta anordningar såsom murar och portaler.

### **Miljöbalken**

Övergripande ansvar för arbetet med miljöbalken har naturvårdsverket. Länsstyrelsen sköter hantering av frågor och ärenden. Miljöbalken ska tillämpas så att värdefulla natur- och kulturmiljöer skyddas och vårdas. De delar som berör naturstenskonstruktioner är främst biotopskyddet och områdesskyddet kulturresevat.

I jordbruksmark har det uppmärksammats att många av de rationaliseringar som genomförts inom lantbruket har en negativ effekt på natur- och kulturmiljö. Därför infördes biotopskyddet under 1990-talet. Bland annat omfattas stenmurar och odlingsrösen av ett generellt lagskydd. I skrivande stund har jordbruksverket fått i uppdrag av regeringen att se över biotopskyddet. Uppdraget är att kartlägga och beskriva eventuella problem med det generella biotopskyddet när det gäller möjligheterna att bedriva jordbruk samtidigt som den biologiska mångfalden bevaras. Att naturstensmurar huvudsakligen ses som en del i bevarandet av biologisk mångfald är problematisk i detta sammanhanget. Förmodligen kommer det att bli enklare att få dispens för att ta bort eller flytta rösen och murar, vilket får negativ inverkan på kulturmiljövården.

För att skydda ett värdefullt kulturpräglad landskap, kan det skyddas som ett kulturresevat enligt miljöbalken. De områden som valts ut för att skyddas och vårdas som kulturresevat har på skilda sätt präglats av äldre tiders markanvändning och resursutnyttjande. Kulturresevaten är sammansatta landskap där marker, byggnader, anläggningar, spår och lämningar tillsammans utgör värdefulla kulturhistoriska helhetsmiljöer.

### **Plan- och bygglagen**

Övergripande ansvar för plan- och bygglagen har boverket. Det är en kommunal lag som styr både nybyggnationer och för bevarande av äldre bebyggelse. Plan- och bygglagen ger perspektiv och motiv till åtgärder för att tillvarata kulturvärdena i den kommunala planeringen. Kulturvärden i lagen kan till exempel avse byggnaders (eller miljöers) byggnadstekniska, historiska, kulturhistoriska, miljömässiga, konstnärliga och arkitektoniska värden. Kommunerna gör s.k. översiktsplaner för att styra hur städer och andra bebyggda områden ska ta hänsyn till allmänna och enskilda intressen. Plan- och bygglagen reglerar när man måste söka bygglov eller göra en byggmälan när nybyggen eller förändringar ska göras.

### **Skogsvårdslagen**

Skogsstyrelsen arbetar med skogsvårdslagen, och i den finns en särskild del om kulturmiljö och kulturlämningar i skogsmark. En kulturlämning beskrivs här som avgränsade lämningar efter människors verksamhet som kan antas ha tillkommit 1850 eller senare och som inte bedöms som fornlämningar (övrig kulturhistorisk lämning). Exempel på vad som kan vara kulturlämningar i skogen är kanaler, husgrunder, övergivna torpställen, röjningsrösen, stenmurar och äldre färdvägar, rösningar, kvarnar, sågar, smedjor, anordningar för flottning vid vattendrag, kolningsanläggningar, tjärframställningsplatser, samt kulturlämningar efter äldre tiders renskötsel. I lagen står att »vid all skötsel av skog ska skador i och invid hänsynskrävande biotoper, kulturmiljöer och kulturlämningar i skogen förhindras eller begränsas«.

## **STEN TILL RESTAURERING OCH NYBYGGNATION**

Vid restaureringar av naturstenskonstruktioner behövs oftast en del kompletterande sten. Dock inte sådana mängder som krävs vid nybyggnation. Hur kan man då få tag i sten? Som visats ovan finns det sten överallt - men den är inte alltid tillgänglig. Här kommer en liten översikt av vanliga platser att hämta sten på.

I skogsmark kan man ta löst liggande fältsten med markägarens tillstånd. Se såklart upp så att du inte rör kulturlämningar, även om de inte är fornlämningar. Läs mer i avsnittet om skogsvårdslagen ovan.



I jordbruksmark finns det på många platser gott om sten. Det gäller dock att veta vilken sten man kan använda, och vilken sten som är skyddad enligt lag. I princip är all sten skyddad som ligger i rösen i och invid åkrar, samt i murar eller strängar. Det betyder att ingen sten från odlingsrösen får användas utan särskilda tillstånd från länsstyrelsen. Om nyupptagen odlingssten från vår och/eller höstbruk läggs i hög på åkermarken, så kan den flyttas inom ett år. Alternativt läggs nyupptagen odlingssten på annan mark än jordbruksmark och är då inte skyddad av biotopskyddet.

Det finns sten att köpa i grusgropar eller annan sand eller grustäkt med täkttillstånd. Problemet brukar vara att många grusgropar är rullstensåsar, och stenen är därmed rundslipad av istidens härjningar. Det är inte så bra mursten i sig, utan kan kräva bearbetning för att bli duglig.

Det finns även bergtäkter där berg sprängs för att skapa stenkross i olika dimensioner. Detta kallas sprängsten, och den är ofta väldigt kantig och rå. Sprängningen följer bergets naturliga sprickor och därför får stenen de vinklar och klovar som berget har. Klovens vinklar kan skifta väldigt på korta avstånd, och därför blir materialet ofta ojämnt. En del hävdar också att det finns småsprickor i stenen från de våldsamma sprängningarna.

Kommuner har idag vanligen sorteringsgårdar för jord och stenmaterial som används vid markarbeten. Man kan höra med kommunen om det finns lämplig sten i deras lager, och om det går att köpa.

I stenhuggerier runt om i landet finns det oftast en tillhörande bergtäkt där stenmaterial bryts för vidare bearbetning. Ibland säljs färdig mursten, och det kan även finnas skrotstensupplag där det finns användbar mursten.

Om fyllnadsmaterial köps in från grusgrop eller bergkross, är det viktigaste att inte välja en sorterad liten fraktion som till exempel 16-32 mm. Den rinner med tiden ut i fogar och springor och bildar hålrum i muren. Använd hellre en större fraktion som till exempel 64-128 och större, och blanda även i större skrotsten i botten på fyllningen.

## ANTIKVARISKA STÄLLNINGSTAGANDEN VID RESTAURERING

När restaureringar av äldre naturstenskonstruktioner ska genomföras görs ett antal antikvariska ställningstaganden. Oftast handlar det om vilka material och metoder som ska användas, vad som ska bevaras, och vad som behöver förändras. Både hantverkaren och beställaren kommer att stöta på det i större eller mindre grad. För att kunna hantera sådana frågor krävs en vägledning när viktiga val och avvägningar ska göras.

### Material och metodval

Vid restaureringar finns ofta det mesta av murstenen redan på plats i muren och i rasade delar, men det kan ändå behövas mer sten för att ha tillräckligt att välja på. Principen är då att välja samma sorts sten, och använda samma metoder för bearbetning (om det finns någon) som i den befintliga konstruktionen. I materialvalet ska konstruktionens uttryck bevaras.

När det kommer till kärna och packning kan det bli svårare. När en skada analyseras är det viktigt att bedöma om packningen är en del av orsaken. Att bevara ett ursprungligt packningsmaterial är ett sätt att bibehålla en autentisk konstruktion. Att till exempel byta en jordpackning mot bergkross innebär en förändring av konstruktionen, och att ett modernt industriproducerat material tillförts. I särskilt känsliga kulturmiljöer är det bra att överväga sådana materialbyten. Å ena sidan syns det tydligt att det restaurerade partiet kraftigt skiljer sig från det övriga, och det går lätt att se att en restaurering har gjorts. Å andra



Skador på stödmur. Ramundeboda klosterruin, Örebro.

sidan riskerar kännedom om lokala materialval att missas, och därmed en del av konstruktionens kulturbärande innehåll. Om man ser till objektet utifrån ett kunskaps-perspektiv så har kunskapen om att använda olika sorters material ett egenvärde och ett immateriellt värde. I vissa fall kan det även bli en kostnadsfråga - det kanske är billigare att återanvända materialet på plats?

Det är viktigt att kunna skilja på moderna industribase-rade arbetssätt och på äldre hantverksmässiga arbetssätt. Det är inte alltid lämpligt att använda moderna mate-rial i äldre konstruktioner helt enkelt för att de kanske inte kommer överens. Till exempel har användandet av cement under 1900-talet i vissa konstruktioner gjort mer skada än nytta. Därför är det viktigt att känna till skill-naden på hur äldre naturstenskonstruktioner fungerar i förhållande till moderna material och metoder.

### Vad ska bevaras och vad kan tas bort?

Första frågan är alltid om det är nödvändigt att göra en restaurering - det är ofta ett stort arbete. Låt en kunnig naturstensmurare titta på skadorna och göra en bedöm-ning. Är skadorna pågående, eller har de stannat av och är en del av konstruktionens historia. Ur antikvarisk synpunkt är det en fördel att låta så mycket som möjligt av orginalkonstruktionen vara kvar. Oftast är det dock nödvändigt att plocka ner hela det skadade partiet, och ibland även mera, för att kunna komma tillrätta med problemet. Även här kan det finnas både antikvariska och



Numrering och sortering av mursten för att kunna montera tillbaka stenarna på samma plats. Vägersta, Askersund, Närke.

ekonomiska vinster om så lite som möjligt restaureras.

Ibland är det bristfälligt utfört arbete i den gamla konstruktionen, eller så behöver den förstärkas på grund av förändrad användning. Då får nya lösningar helt enkelt övervägas, och får ses som en del av konstruktionens liv.

### Att återskapa exakt, eller bara likadant?

Det är ett ställningstagande som måste göras innan nedmonteringen. Räcker det att göra likadant så behövs ingen särskild uppmärkning av stenar. Om målet är att ex-akt återföra varje sten där den ursprungligen låg, så måste märkning av stenarna ske. Här finns det finns några olika metoder att välja på. Är det jämn skiftgång kan varje sten läggas ut på marken i exakt samma ordning och på samma håll som de låg i muren. De olika skiften läggs ovanför varandra på samma sätt. Då är det lätt att hitta igen alla stenar och hur de låg i muren. Man kan välja att märka varje sten för säkerhets skull.

En annan variant är att en nummernmärkning ritas eller sprayas på baksidan av stenen. Genom att märka ut siffrorna på ett fotografi, eller en avritning av murväggen på en uppspänd plast, kan stenerna återföras till samma position.

### DOKUMENTATION VID RESTAURERING

Det är viktigt att restaureringar eller förändringar som görs på kulturhistoriska byggnader eller anläggningar dokumenteras. Detta rekommenderas av flera internationella dokument och charters. I Sverige kan länsstyrelsen genom kulturmiljölagen ställa villkor på dokumentation om en skyddad kulturmiljö ska genomgå en förändring. Länsstyrelsen kan till exempel ställa villkoret att arbetet följs av antikvarisk medverkan. Med antikvarisk medverkan säkerställs att kulturvärdena värnas och säkras vid förändringar. Det ingår att dokumentera byggnadsdelar och detaljer som ändras, tas bort, eller som är särskilt intressanta. Dock finns få riktlinjer för vad en dokumen-tation ska innehålla.

Erfarenheter från det här projektet visar att det vid restaureringar av naturstensobjekt ofta framkommer intressant information och värdefull hantverksskickskap. Det kan till exempel vara särskilda byggnadstekniker, ma-terialval eller skadeorsaker som visar sig när konstrukti-onen blottas. För den som är nyfiken och intresserad finns

det mycket att lära om hantverket vid just de tillfällena. Problemet i dag är att sådan viktig information inte har någon spridning mellan naturstenshantverkare, utan den stannar hos enskilda personer. Det kan också vara så att den informationen inte hamnar i de rapporter som görs efter utfört arbete, eller är svårtillgänglig. Det finns inom kulturmiljövården ett problem med kunskapsbrist kring kallmurade naturstenskonstruktioner, och det finns behov av att bygga en större kunskapsbank för att kunna säkra de kulturvärden vi önskar. Det är ju så att säga svårt att värna kulturvärden man inte vet om.

Bättre dokumentation skulle delvis kunna avhjälpa kunskapsbristen. Ett förslag är att försöka inkludera lite mer av hantverksinformation i rapporteringen från antikvarisk medverkan. I huvudsak kan det handla om att lägga större vikt på att motivera varför vissa åtgärder är gjorda, än att betona enbart vad som är gjort. Om det är särskilt intressanta projekt kan en fördjupad dokumentation göras. Den bör innehålla information som kopplas till dels hantverkaren som utför arbetet, dels till objektet som restaureras, och dels till de hantverksmetoder som används. Information som kan kopplas till hantverkaren är framförallt vilka tolkningar, bedömningar och reflektioner som görs vid restaureringen. På detta sätt lyfts kunskap fram, och motiverar de arbetssätt som används.

Beskrivningar av objektet genom ritningar och skisser är framförallt det som brukar finnas med i en dokumentation, och det är en viktig del. Det är bra om det ingår tolkningar av verktygsspår och tidigare teknikanvändning. En skadeanalys är ett utmärkt sätt att lära sig mer om vad som över tid fungerat och inte fungerat, och varför.

Att förklara vilka hantverksmetoder som används kan också vara värdefull information. I första hand bör arbetsättet förklaras, och motiveras med de bedömningar som gjorts. Tillvaratagandet av lokala material och särdrag bör beskrivas. I särskilda fall kan även beskrivningar av processuell autenticitet göras. Det handlar om att beskriva görandet, teknologin och verktygsanvändningen i syfte att återskapa det arbetssätt som användes vid uppförandet av objektet. Detta hör kanske till ovanligheterna men kan vara viktigt att använda i särskilda fall där både höga värden ska bevaras, och där ny kunskap om kulturarv ska tas fram.

## UNDERHÅLL AV NATURSTENSKONSTRUKTIONER

De flesta naturstenskonstruktioner behöver kontinuerligt underhåll i olika grad. Vissa murar kräver årlig översikt, såsom enkelmurarna, medan vissa murar står helt stabilt år efter år. Här följer några tips på vanliga underhållsåtgärder som ökar livslängden och minskar behovet av restaurering.

### Träd och rötter

Generellt ska träd hållas borta från naturstenskonstruktioner. Rötter letar sig in mellan stenar och med tiden sprängs muren isär. Se till att hålla undan sly och småträd kontinuerligt innan de blir för stora. Det behöver helst göras varje år. Om träden hinner växa sig stora kan det bli svårt att få bukt med stubbar som hela tiden skjuter nya skott. Allra bäst är att rycka upp årsskott med roten.

På kyrkogårdar är det vanligt att rader med träd står intill kyrkogårdsmuren. De träden är viktiga för kyrkogårdens karaktär, miljö och historia. De träden får inte tas bort eller på annat sätt ändras utan tillstånd av länsstyrelsen. Att muren påverkas av träd får man acceptera på en kyrkogård. För att träden ska göra så liten åverkan som möjligt är det viktigt att rötterna söker sig bort från muren. Rötter söker sig till vatten och fukt, så den viktigaste åtgärden är att dränera och leda bort allt vatten från murarna.

Rötter från andra växter än träd kan också påverka murar. Håll borta alla växter som slår rot i muren, till exempel större ormbunkar och liknande. Klätterväxter behöver inte vara skadligt för muren, såvida de inte växer direkt i. Murgröna är dock skadlig, eftersom den kan bilda nya rötter från sina skott, om det finns ljus och fukt.

### Dränering

Till underhållsåtgärder hör också att hålla efter dräneringar. Ha uppsikt över diken och dräneringsrör så att de fungerar. Om marken plötsligt blir fuktigare och blötare någonstans så kan det finnas anledning att undersöka om en dränering satt igen. Var samtidigt försiktig med att göra nya dräneringar kring konstruktioner som fungerar. Det kan leda till sättningar, särskilt i lerhaltiga jordar.

## Förändringar i muren

Var uppmärksam på om det sker förändringar i muren. Exempelvis sättningar, en sten som plötsligt far ut, eller fogar som vidgas. Det kan tyda på rörelser någonstans i konstruktionen. Försök då hitta orsaken till rörelsen, och åtgärda den. Det kan ibland vara väldigt svårt att veta vad som orsakar förändringar i konstruktionen.

En metod för att undersöka om rörelsen i muren pågår, är att sätta ut fixa mätpunkter. Gör regelbundna mätningar under en längre period och se om fixpunkterna ändras. Till exempel kan man sätta två punkter på var sin sida av en misstänkt utbuktande fog, och mäta avståndet mellan dem. Om avståndet ökar över tid, så rör sig muren.

I vissa fall kan enskilda stenar vrida sig eller falla ur muren, utan att det är någon skadlig rörelse som pågår. Se då till att rätta till eller lägga tillbaka stenen igen så fort som möjligt.

Var försiktig med skador på valv. Tryck aldrig upp en sten i ett valv! Trycket i valvet kan förändras och i värsta fall kan valvet kollapsa. Stötta därför heller aldrig upp ett valv med stöttor. Det motverkar valvets princip och skadorna blir värre.

Joakim Lilja är hantverkslärare på Trädgårdens- och Landskapsvårdens hantverk på institutionen för kulturvård, Göteborgs universitet i Mariestad.



HANTVERKSLABORATORIET vid Göteborgs universitet är ett nationellt centrum för kulturmiljöns hantverk, som drivs i samarbete med hantverksföretag, branschorganisationer och myndigheter. Hantverkslaboratoriets uppdrag är dels att dokumentera och säkra hotade hantverkskunskaper, dels att säkra kvalitet och utveckla metoder inom fältet kulturmiljöns hantverk.

