

# Murade skorstensvalv

En hantverkares problemlösning



**Malena Kinberg**

**Uppsats för avläggande av filosofie kandidatexamen i  
Kulturvård, Bygghantverk**

**27 hp**

**2011**

**Institutionen för kulturvård  
Göteborgs universitet**



**Sammanfattning:**

Sammanslagna murstockar var en vanligt förekommande konstruktion i större byggnader på 1800 talet. De har i vissa fall konstruerats som självbärande valvbågar. Kunskapen om hur detta gick till vid den tiden finns inte kvar. Sammanslagningen skulle göras på plats av muraren, som förmodligen använde sig av en metod för bågutslagning som var praktiskt användbar i stor skala.

Syftet med följande arbete är att undersöka vilken utslagningsmetod som kan ha tillämpats av murarna för att konstruera skorstensvalvens bågformer. Med hjälp av ett fallstudieobjekts skorstensvalv jämför jag, de praktiska utslagningsmetoderna för ellipsen och kedjebågen, med den geometriskt ritade parabeln. Undersökningen tyder på att den utslagningsmetod som användes var kedjelinjen.

**Abstract:**

Constructions where several chimney flues intersect to form a single chimneystack were frequently used in larger buildings in the 19th century. They were sometimes buildt as self supported arches, on site, by the bricklayer, who presumably was using a practical method for the setting out of an arch. How these chimney arches were constructed at the time is little known today. The aim of this work is to examine which method for the setting out, that may have been used by the bricklayer to construct the shape of the chimney arches. In the casestudy included in this work, I examine the chimney arches in one specific building. I compare the practical methods for setting out an ellipse and a catenary arch, with the parabolic arch. My conclusion is that the catenary arch was used.

**Nyckelord:**

Murstock, Murhantverk, Skorstensvalv, Sammanslagna murstockar, Byxben, Kedjelinje, Kedjebåge, Praktisk bågutslagning, Utslagningsmetod.

**Keywords:**

Chimney arches, Chimneystack, Chimney flues, Fire breast, Bricklaying, Catenary arch, Line of thrust, Setting out of an arch.

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1. Inledning</b>	
1.1 Bakgrund och Problemformulering .....	3
1.2 Syfte .....	5
1.3 Frågeställningar .....	5
1.4 Metod .....	6
1.5 Avgränsningar .....	7
1.6 Befintlig kunskap .....	7
<b>2. Undersökning</b>	
2.1 Begrepp och definitioner .....	10
2.2 Utslagningsmetoder .....	11
2.2.1 Ellipsen .....	11
2.2.2 Parabeln .....	11
2.2.3 Kedjebågen .....	11
2.3 Lokalisering .....	12
2.4 Allmänna iakttagelser .....	16
2.4.1 Notiser för ritningsstudierna från Regionarkivet i Göteborg .....	16
2.4.2 Notiser för gjuthuset .....	18
2.4.3 Delresultat .....	19
2.5 Laborationer utan punktlast .....	19
2.5.1 Ellipsen .....	20
2.5.2 Parabeln .....	23
2.5.3 Kedjebågen .....	26
2.5.4 Delresultat .....	30
2.6 Laborationer med skorsten som punktlast .....	31
2.6.1 Centrisk .....	32
2.6.2 Excentrisk .....	33
2.6.3 Delresultat .....	34
2.7 Resonemang kring undersökningens resultat.....	34
2.7.1 Ritningsstudierna .....	34
2.7.2 I gjuthuset .....	35
2.7.3 Byxbenens bågformer och laster .....	35
<b>3. Slutsatser</b>	
3.1 Diskussion .....	38
3.2 Slutsats .....	38
<b>4. Käll- och litteraturförteckning</b>	
4.1 Otryckta källor .....	40
4.2 Tryckta källor och litteratur .....	41
4.3 Elektroniska källor .....	42
<b>5. Bildförteckning</b>	
<b>6. Bilagor</b>	

# INLEDNING

## 1.1 Bakgrund och problemformulering

Under min praktik i tredje terminen på bygghantverksprogrammet var jag på Ritningen Arkitektbyrå i Skövde AB. Jag fick då följa med på en dokumentation av det gamla gjuthuset inne på Karlsborgs fästning. Byggnaden har varit en kasernbyggnad för artillerihantverkare och byggdes ca 1840 för försvarsmakten. När vi kom till vindsvåningen stod där en lång rad med stora murstockar vilka särskilt fångade mitt intresse. De var sammanslagna likt en valvbåge över mittgången, och bildade en passage hög nog att passera igenom. Jag har sedan dess haft dem i åtanke och funderat en del kring det bakomliggande hantverket.

Jag benämner dem i min titel med det beskrivande namnet skorstensvalv, men efter att ha varit i kontakt med murare och sotare runt om i landet har jag förstått att denna typ av murstock oftast kallas för "byxben" eftersom de liknar ett par jättelika byxor. Jag kommer därför hädanefter att kalla de sammanslagna murstockar som gjorts stabila genom att murstockarna bildar ett valv för just byxben.

Byxben finns på vindsvåningen i större byggnader där man har velat sammanlänka närliggande murstockar av olika anledningar. Ett skäl kan vara att man eftersträvade en symmetri för skorstenarna på taket. Ett annat att man helt enkelt inte ville göra för många hål i taket<sup>1</sup>. De murades i en tid när vi hade eldstäder i nästintill alla rum för uppvärmning av husen.



Fig. 1

Sammanslagningen av murstockar kunde även göras på andra vis. Vissa murades ihop genom att man byggde ett bärverk av bjälkar och plankor som murstockarna fick vila på. Det finns flera exempel på sådana konstruktioner när det är tre, fyra eller fler murstockar som går till samma skorsten. Metoden med en bärande träkonstruktion är även vanlig i äldre landsbygdsbebyggelse av

<sup>1</sup> Se citat av Löfroth, tillhörande fig. 2

enklare slag. En annan betydligt vanligare typ av sammanslagning är när huset har en lodrät murstock som närliggande rökkanaler ansluter till utan att tyngdpunkten för huvudstocken förändrats. Det kallas för att murstocken har en anslutande galt. Det bör även tilläggas att det finns byxben med inmurade dragjärn mellan stockarna.

Byxben verkar ha vissa fördelar jämfört med andra sammanslagningar. Den främsta är att rökkanalerna inte vilar på brännbart material. Det har dessutom visat sig att de kan stå stabila i långt över 100 år utan att ådra sig större skador. Enligt informanterna, Jåtby och Carlsson, är de sammanslagna murstockar som står i behov av renovering sällan byxben.

I den här rapporten kommer just gjuthuset på Karlsborgs fästning att vara fallstudieobjekt. Eftersom undersökningen handlar om byxbenens bågform är fördelen med att studera flera byxben i samma hus, att jag kan jämföra likheter och skillnader och samtidigt veta att de är gjorda vid samma tidpunkt. Det är även troligt att muraren hade högre yrkesskicklighet eftersom byggnaden är uppförd i statlig regi för försvarsmakten.

Det finns inga beskrivningar av hur byxben har konstruerats i vare sig den äldre eller den nyare litteraturen. De teorier som finns om hur arbetsprocessen kan ha sett ut räcker inte för att förstå hela sammanhanget. För att mura en valvbåge behöver man teoretisk eller praktisk kunskap om bågars statik, vilket man som murare kanske hade större erfarenhet av före 1900-talet, än vi har idag. Men på vilket sätt den kunskapen användes för att konstruera byxben är svårt att veta.

Båglinjer kan ritas med geometri med linjaler och passare. Men det kan även göras med enbart praktiskt enkla hjälpmedel, vi kan kalla dem för praktiska utslagningsmetoder. De kan också utan större problem utföras i full skala, gärna i direkt anslutning till objektet. Den omvända kedjebågen som tas ut genom att en hängande kedja ritas av, är ett bra exempel på en praktiskt utslagningsmetod. En annan sådan, som ger en ellips, görs med två spikar, en penna och ett snöre. Både ellipsen och kedjebågen liknar den geometriskt ritade parabelbågen.

Om vi förutsätter att valet av utslagningsmetod till ett byxben grundade sig i murarens hantverkliga erfarenhet av bågar, snarare än i kunskaperna om teoretiskt beräknad statik, är min hypotes att de bör ha använt sig av relativt enkla metoder, såsom de praktiska utslagningsmetoderna. Några murare idag menar att det var just kedjebågen som man förr använde sig av för att konstruera byxben, men tyvärr får jag inget svar på varifrån den teorin kommer. Byxben har dock ofta en parabellik bågform, och kedjebågen är snarlik parabelbågen.

Olika byxben har haft olika förutsättningar som styrts av var murstockarna kom igenom bjälklaget och var skorstenen skulle sitta. Vissa byxben fick centriskt placerad skorsten, medan andra fick excentriskt placerad. Skorstenen påverkar konstruktionen eftersom bågen då kan behöva vara utformad på annat vis för att tåla tyngden. Men någon beskrivning över att räkna in den tyngden i en bågutslagning till skorstensvalv finns inte.

Byxben kan även bestå av fler än två sammanslagna murstockar. Utslagningsmetoden bör då dessutom ha fungerat för både två- och tredimensionell utslagning. Fler än tre anslutande murstockar till byxben har jag dock aldrig sett. Kanske gick man då över till att bygga dem på bjälkar eller plank som jag beskrivit tidigare.

Även om vi idag inte har något behov av att kunna mura byxben i nybyggda hus, så uppstår problem vid restaureringar och renoveringar om vi saknar kunskap om murarens arbete med självbärande bågar av den här typen.

## 1.2 Syfte

Bakgrunden till det här arbetet grundar sig i teorier kring hur byxben har konstruerats. Hela arbetsprocessen i ett byxben innehåller olika typer av problemlösningar som exempelvis krökta rökkanaler, att kombinera skorstensförband med valvmurning, och att bygga en hållbar konstruktion i ett ofta begränsat vindsutrymme. Innan själva murningen börjar ska ett beslut tas om hur murstockarna ska mötas, utifrån rådande förutsättningar, och hur detta avgör valet av bågform.

I gjuthuset på karlsborgs fästning finns det fem byxben. Syftet är att undersöka vilken utslagningsmetod som kan ha tillämpats av murarna för att konstruera valvens bågformer.

## 1.3 Frågeställningar

Nästan alla byxben, av den typ som jag undersöker, är murade för mer än 100 år sedan. Hur projektering och byggande av murstockar då såg ut, och ännu tidigare, vet vi väldigt lite om. Ett rimligt antagande är att murstockar sällan planlades på ritbordet. Mycket tyder på att enbart eldstäder och skorstenars placering var förutbestämt, resten löstes förmodligen på plats av hantverkaren. Hur kan förutsättningarna för muraren ha sett ut när man konstruerade sammanslagna murstockar?

I gjuthuset finns det fem byxben. Jag förutsätter att eftersom alla har en parabellik bågform, bör de ha konstruerats med en utslagningsmetod som ger ett likartat resultat. Både kedjebågen och ellipsen kan ligga väldigt nära den

geometriskt ritade parabeln. Om jag jämför parabeln, kedjebågen och ellipsen, hur stämmer dessa båglinjer överens med byxbenens form?

Skorstenen som de sammanslagna murstockarna mynnar ut i blir en punktlast på konstruktionen. Den kan stå rakt centriskt på byxbenet, men kan även vara placerad mer eller mindre excentriskt beroende på var man ville ha hålet i taket. Hur tog man hänsyn till detta i utslagningen?

## 1.4 Metod

En enda byggnad kan självklart inte svara för hur alla murstocksarbeten såg ut år 1840 då huset byggdes, men jag valde Gjuthuset som fallstudieobjekt för att där fanns ett bra urval av byxben med olika problematik. Ytterligare en stor anledning var att byggnaden tillhörde försvarsmakten. Det kunde öka mina chanser att finna arkivmaterial bevarat från byggtiden, såsom ritningar anteckningar och andra dokument. Jag nämnde tidigare att det även är troligt att murare som arbetade med fästningens byggnation hade hög yrkeskicklighet, vilket gör att byxbenen i gjuthuset förmodligen inte ser ut som de gör av en slump. Det finns en inskription i putsen på ett av byxbenen som lyder *å måndre å 1845*, vilket innebär att byxbenen i gjuthuset är ursprungliga från byggtiden.

Byxbenen har dokumenterats med uppmättningsritningar, fotografier och skisser. Uppmättningsritningarna och fotografierna använde jag till att utföra laborationer i skala 1:12,5 med olika praktiska utslagningmetoder. Detta för att se hur bågformen i byxbenen stämmer överens med de olika utslagna båglinjerna, samt för att pröva hur praktiskt användbara de verkade vara. Laborationerna var även till för att se vad byxbenen hade gemensamt och vad som skiljde dem åt.

För gjuthuset har jag studerat kopior på ritningar och byggnadsrapporter från krigsarkivet. Utifrån dem och i kombination med mina ritningar och byxbenens fysiska placering, har jag kunnat göra vissa antaganden om byggprocessen.

För att få ett vidare perspektiv på projekteringen och förutsättningen för byggprocessen för byxben och murstockar före 1900, har jag studerat ett antal byggnadsritningar på regionarkivet i Göteborg. De utvalda ritningarna var daterade 1880-1900.

Övriga frågor som rörde skorstenar och rökkanaler diskuterade jag i dialog med skorstensfejarmästare och murare. Mina muntliga källors kunskaper om skorstenar har jag använt för att kunna föra ett resonemang kring skorstenens tyngd. Laborationerna avslutades med att jag testade hur båglinjerna kunde anpassas till byxbenens skorstenslast.

## 1.5 Avgränsningar

Min undersökning handlar om hur byggprocessen och projekteringen för murstocksarbeten såg ut kring tiden då gjuthuset byggdes, vilka förutsättningarna var då, och hur detta påverkade bågformen på byxbenen i gjuthuset.

Jag valde att endast ha en byggnad som fallstudieobjekt eftersom jag såg fördelar i att undersöka flera byxben uppförda vid samma tid. Gjuthuset är dessutom ett representativt objekt att utgå ifrån eftersom det är en tidstypisk kasernbyggnad. Försvaret lät uppföra en hel del byggnader i stora områden och byggprocessen kan säkert ha varit likvärdig för flertalet av husen.

Undersökningen handlar om byxbenens bågform och problemlösningen som den innefattar. Jag har inte studerat hur murningsarbetet har gått till, och inte heller hur rökkanalerna är utformade. I vissa fall har jag dock gjort egna antaganden kring detta, när det har varit relevant för undersökningen.

I mitt fallstudieobjekt har samtliga byxben en parabolisk bågform, och utifrån den iakttagelsen har jag valt att enbart använda mig av ellipsen, kedjebågen och parabeln i mina laborationer.

Byxbenen fördelar sin tyngd på två eller tre ben vilket innebär att det är bågformen som hjälper till att fördela murstockarnas tyngd. De andra typer av sammanslagningar som jag beskrev i bakgrundskapitlet är inte aktuella i den här undersökningen.

För arkivstudierna på Region- och Stadsarkivet i Göteborg, valde jag ut 16 byggnader från årtalen 1880-1900. Byggnaderna tillhörde 2 kvarter i Vasastaden, och 2 kvarter Inom vallgraven. De bestod av fasader, planer och sektionssnitt. Jag tittade enbart efter hur eldstäder, murstockar och skorstenar var utritade.

## 1.6 Befintlig kunskap

I den svenska litteraturen som rör mureri saknas beskrivningar av byxben, som säger något mer än att det kan göras, och att de har en skorsten. Murstockar och skorstenar beskrivs generellt med få ord som då främst handlar om förbanden eller dimensionerna på rökkanalerna. Den enda notisen jag har hittat i svensk litteratur om byxben är en mening lång och kompletteras med en skiss (fig. 2), som visar en genomskärning av ett byxben. Den har dock formen av en spetsbåge, vilket byxbenen i gjuthuset inte har.

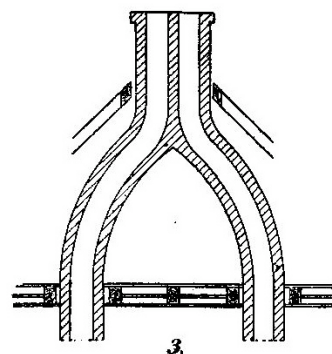


Fig. 2



*“Flera rökkanaler sammanförs ofta på sätt, som visas i (...),  
enär därigenom antalet nödiga öppningar i taket kunna  
inskränkas”.* (Löfroth 1920, s. 179)

I två av de tyska byggnadsläror från 1800 talet som jag har studerat, finns mer material om sammanslagna murstockar (Menzel 1862, s.397. Wolfram 1833, taf.16) Men det är ungefär samma skisser som i Löfroth, med lika kortfattade beskrivningar.

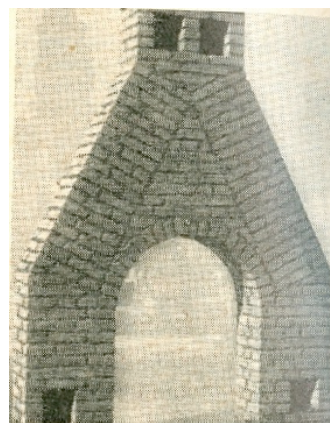


Fig. 3

Det finns dock en ganska utförlig beskrivning i en tysk murarhandbok för sammanslagning av murstockar.

Men det är inte den typ av sammanslagning som jag kallar byxben utan liknar mer ett vanligt valvbygge, där murbågen är stabil på grund av belastning. Själva murstockarna muras raka i en “A-form” (fig. 3). De bärs sedan upp av ett rundbåge- eller spetsbågevalv. Dessa är inte relevanta för mitt arbete eftersom de byxben som jag undersöker har sin båglinje i själva murstockarna och blir därmed självbärande bågar.

I Nordiska museets frågelistor finns ingenting om murstockar. Jag har även gjort internetundersökningar, med alla olika ordsynonymer jag kan komma på, utan resultat.

Användandet av kedjelinjen som utslagningsmetod till murbågar är däremot ganska ofta beskriven i den äldre byggnadslitteraturen (Wolfram 1833. Stål 1854, s.225. Ekberg 1908, s56. Rothstein 2003, s.359). Därför har jag fördjupat mig lite extra i den metoden. Den första analysen av just murade bågars förhållande till kedjelinjen gjordes 1675 av Robert Hooke (Fernandes, 2005). Han visade det identiska förhållandet mellan den hängande kedjans drag-påkänningar som omvänd tar upp motsvarande tryck och bildar en kedjebåge. Kedjebågens form är snarlik en parabelbåge.

I Polhems efterlämnade teknologiska skrifter från 1700-talets första hälft, finns en kort beskrivning av att använda kedjelinjen till att rita ett valv, och den syftar tydligt på den praktiska användningen. Det finns dock inget som anknyter till just skorstensvalv:

*“Derföre när man vill uprijta ett valf på bräde, så tar man en kiäddia och fäster den åt båda sidor med sina ändar och lämnar så stor bucht som man vill haa valfvet högt, varandes lijka myket om den blir större eller mindre, så faller dåk kiädian iust i samma form nedvärdz som ett säkert valf upvärdz kan stå.”* (Polhem, 1947 s.146)

En liknande beskrivning av *die kettenlinie* fann jag i *Der praktische maurer*. Efter en översättning gjord av Bertil Kinberg låter beskrivningen enligt nedan:

*”Man ställer en träskiva lodrätt. Mät ut kedjelinjens bredd längs en vågrät linje. Mitt på denna vågräta linje mäter man den önskade höjden på kedjelinjen, längs en lodrät linje. Häng upp en kedja i breddmarkeringarna på den vågräta linjen, så att kedjan samtidigt går genom punkten, som mättes längs den lodräta linjen. Sedan ritas man på frihand längs kedjan. Såga ut mallen. En kedjelinje går även att räkna fram, men det är mycket tidskrävande.” (Menzel 1862 s.238)*

I nutida sammanhang finner jag beskrivningar av kedjebågar i två varianter. I beskrivningar av lerhusbyggnation som en praktisk metod (Guillard 2005, s.270. [www.calearth.org](http://www.calearth.org)), och i läromedel för ingenjörer som en matematisk metod för brobyggen (Hassan, Umeå Universitet).

En kedjebåge kan alltså tas ut med en praktisk metod, men kan även räknas fram. Det finns några kända byggnadsverk som är konstruerade efter kedjelinjens form. Till exempel “The gateway arch” i St. Louis av arkitekten Eero Saarinen, samt några byggnadsverk av arkitekten och konstnären Antoni Gaudí, som experimenterade en hel del med just kedjebågar. Gaudí konstruerade sina bågar med praktiska experiment, medan Saarinen använde den matematiska formeln.

Som arkitekt tillbringade Gaudí den mesta tiden i verkstaden och bland hantverkarna istället för vid ritbordet. Jag kan därför inte låta bli att undra över ifall han fick idén till detta konstruktionssätt genom just de hantverkare som han arbetade så nära inpå.

Jag har även varit i kontakt med arkitekt Kristian Reuter-Oliveberg som arbetar på Gunnebo slott. I ett försök att rekonstruera en murstock i ett hus som återuppbyggt efter en brand, konstruerade han år 2006 ett byxben efter kedjelinjen. Idén till att använda kedjelinjen fick han från *Rothsteins Allmänna byggnadslära* (Rothstein 2003, s.359). Själva murningsarbetet utfördes med hjälp av murare Janne Gustafsson. Han var även närvarande vid mitt möte med Kristian. Det byxbenet bestod av två anslutande murstockar och en “falsk murstock” utan rökkanaler som fungerade som stödben åt sammanslagningen. Kristian räknade ut exakta viktproportioner mellan de olika delarna i byxbenet, och arrangerade hängande kedjor för att motsvara formen på byxbenet som skulle muras. Vikten från skorstenen representerades av en tyngd som placerats på en uträknad punkt på kedjan.

Att det är möjligt att konstruera byxben med hjälp av kedjelinjer finns det alltså inga tvivel om.

# UNDERSÖKNING

## 2.1 Begrepp och definitioner

Byxbenets konstruktion börjar vid vederlagen (vid vindsbjälklaget) och inkluderar de sammanslagna murstockarna upp till undertaket. Byxbenet övergår i en skorsten som leder ut röken ovan tak. Murstockarna är samlingar av lokaleldstädernas kanaler som leds upp genom huset.

När jag beskriver bågarna och olika utslagningar använder jag begreppen vederlag, båglinje, anfangspunkter, pilhöjd och valvhjassa.

Alla dessa definitioner gäller för mitt arbete och jag vill tydliggöra att det kan variera på olika håll i landet.

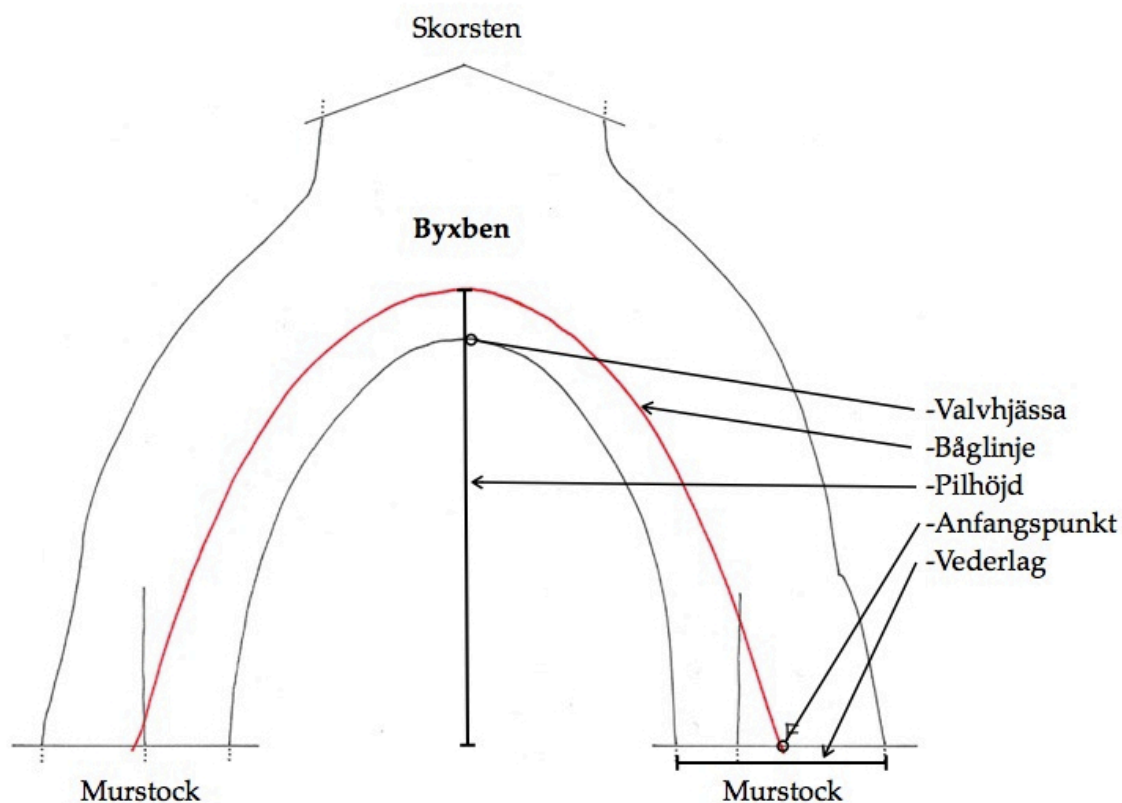


Fig. 4

## 2.2 Utslagningsmetoder

De bågformer som ingår i den här undersökningen har länge använts för att konstruera rumstäckande valv, valvbågar eller murbågar till exempelvis fönster. Som jag nämnt tidigare kan utslagningen ske på olika vis. De metoder som jag tillämpat i mina laborationer beskriver jag kortfattat här.

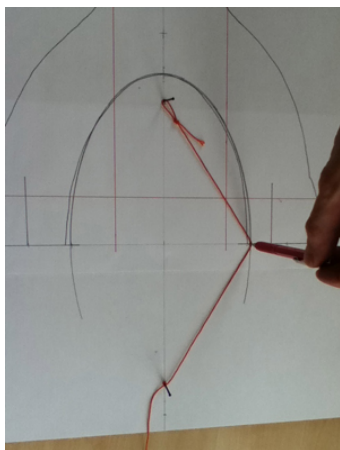


Fig. 7. Ellips

### 2.2.1 Ellips

Ellipsen tillhör gruppen kägelsnitt. En ellips är i sin helhet en oval form och i mina laborationer har jag använt den ena stående halvan av formen.

För att slå ut båglinjen på ellipsen har jag bestämt anfangspunkter och pilhöjd och sedan tagit reda på brännpunkterna. Det är i brännpunkterna som spikarna och snöret får sitt utgångsläge (fig. 7).

### 2.2.2 Parabel

Precis som ellipsen tillhör parabeln gruppen kägelsnitt inom geometrin, där även cirkeln, ellipsen och hypelbeln ingår. För att rita parabelbågar i mina laborationer har jag valt att använda den geometriska metoden som innebär att ett antal skärningspunkter tas ut. Genom dessa dras parabelns båglinje ut (fig. 6).

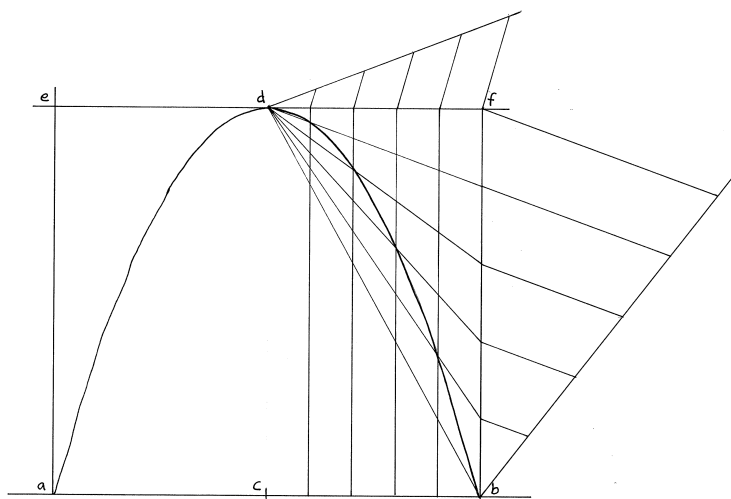


Fig. 6. Parabel

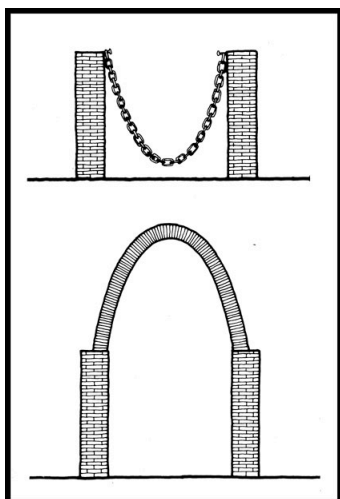


Fig. 5. Kedjebåge

### 2.2.3 Kedjebåge

Dragkrafterna för den hängande kedjan motsvarar tryckkrafterna för den stående bågen. Principen ser ut som i fig 5.

Jag har använt en jämntjock kedjelänk och sedan fäst ändarna på samma avstånd som den tänkta bågens anfangspunkter. Därefter har jag låtit kedjan passera utsatt pilhöjd. Båglinjen ritades sedan av på frihand.

## 2.3 Lokalisering

Alla byxben i gjuthuset har numrerats från 1-5 och visas med uppmättningsritningar i bilaga 2-6. Bilaga 1 visar deras placering på vindsvåningen.

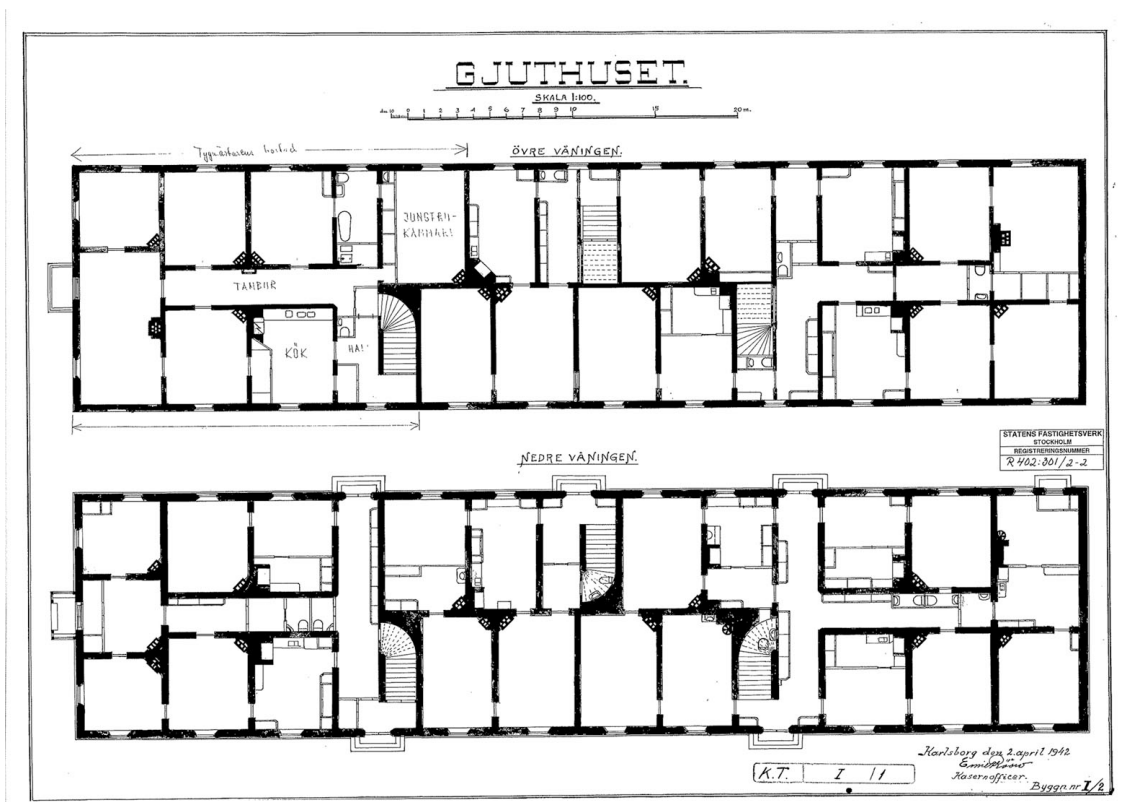


Fig. 8. Ritningen visar gjuthuset vid en invändig ombyggnad 1938. Här ser man alla eldstäder men inga murstockar.

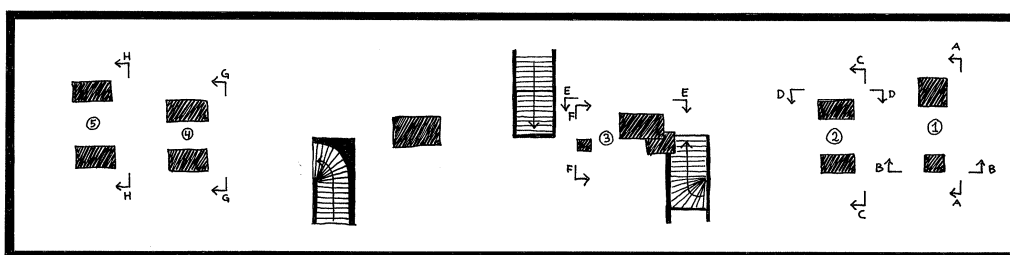


Fig. 9. (Bilaga 1) Orienteringsplanen är skissartad och visar byxbenens vederlag på vindsvåningen. Byxbenen är numrerade från 1-5.

Ordningen på byxbenens numrering har att göra med vilket byxben jag mätte upp först. Jag började vid byggnadens norra gavel.



Fig. 10. Byxben nr 1



Fig. 11. Byxben nr 2



*Fig. 12. Byxben nr 3*



*Fig. 13. Byxben 4, med inskription "á mándre á 1845".*





Fig. 14. Byxben nr 5

## 2.4 Allmänna iakttagelser

### 2.4.1 Notiser för ritningsstudierna på regionarkivet i Göteborg

På samtliga studerade fasadritningar är skorstenarna uttritade. Jag märker en skillnad i hur man placerar skorstenarna före och efter ca 1890. De tidigare byggnadsritningarna har oftast symmetriskt placerade skorstenar, medan de senare byggnaderna oftare har sina skorstenar ojämnt placerade.

Gemensamt för alla planritningar var att eldstäderna och deras placering, samt att antalet rökkanaler i väggarna, ritats ut. Man ser att antalet kanaler ökar med varje våningsplan. På tre av sexton byggnadsritningar finner jag att vindsvåningens plansnitt ritats annorlunda (Vasastaden 5kv Björken No 7. Inom vallgraven 15kv Frimuraren No 1+No 1b). Där visas hur rökkanalerna till slut ska samlas ihop till murstockar eller skorstenar.

I byggnaden 1b i 15kv Frimuraren, finns två samlingar med kakelugnar som står en bit ifrån varandra. På vindsvåningen är murstockar uttritade som visar antalet kanaler samt var man vill att skorstenarna ska placeras (fig 15 & 16). Man förstår att det har krävts en sammanslagning för att uppnå det resultatet, men det är inte uttritad någonstans.

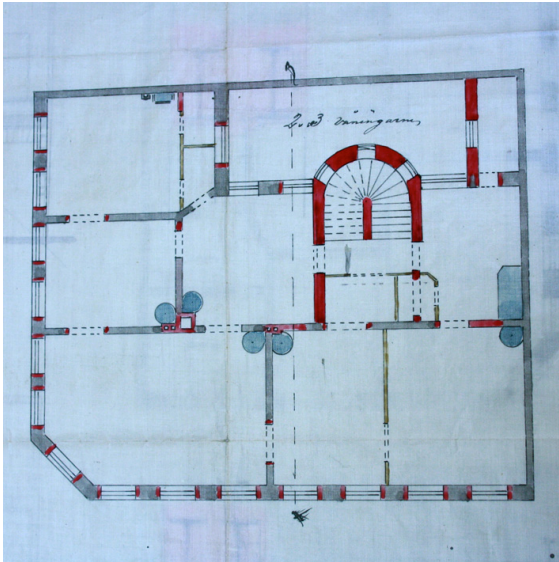


Fig. 15. Översta vån. Kv. Frimuraren 1b

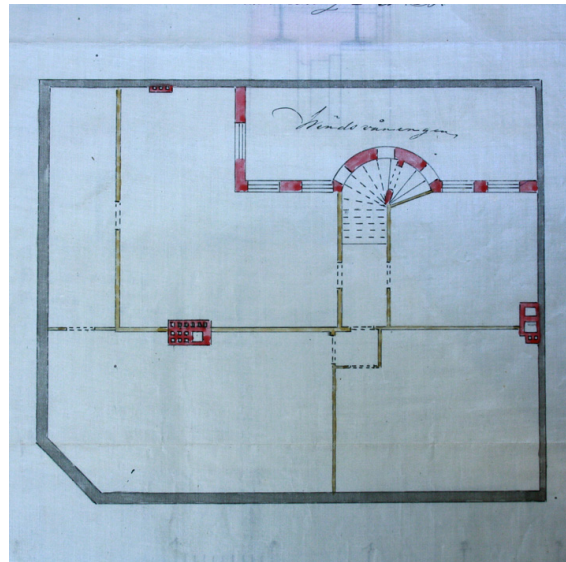


Fig. 16. Vindsvån. Kv. Frimuraren 1b

På flertalet av sektionssritningarna som jag studerat är vindsvåningen oftast tom. Fig. 17 visar en ritning över 5kv Björken no 10. Eldstäder finns på bägge sidor av korridoren (här enbart synliga till vänster eftersom snittet är gjort med djup). Kakelugnarna är detaljerade och en välritad skorstenen står på taket, men vindsvåningen är helt tom.

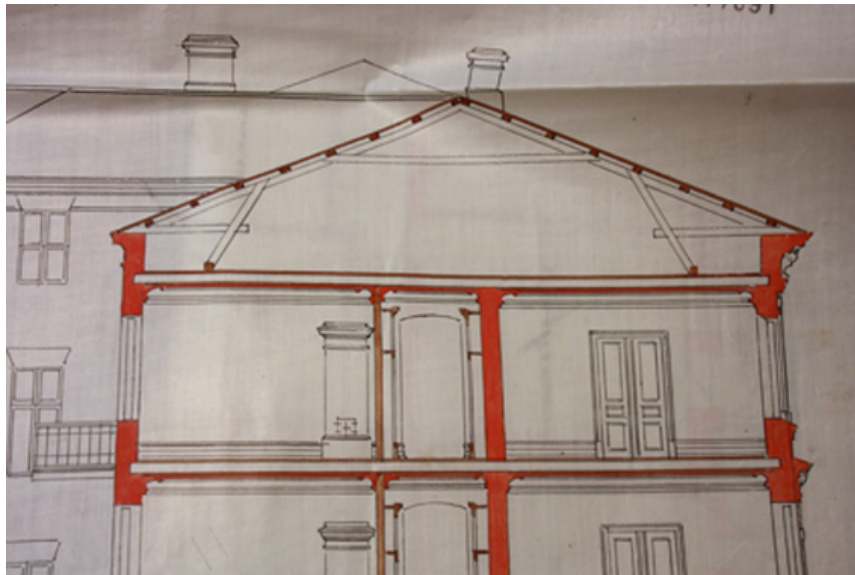


Fig. 17. Sektionsritn. Kv Björken 10

I byggnaderna efter 1890 är murstockarna oftare inritade på vindsvåningen men det verkar vara vanligast på de ritningar där skorstenarna står rakt över murstockarna. Ibland är de väldigt schematiskt inritade, det vill säga det förekommer att de är utritade på vindsvåningen utan att placeringen är anpassad till eldstäders och skorstenars placering.

Enligt en av mina muntliga källor, skorstensfejarmästare Holger Carlsson, var det först på 1940-talet som murstockskonstruktioner började komma in i ritningarna, kanske var det då som byggkonstruktören blev en vanlig aktör i projekteringen. Holger arbetade själv som sotare redan då.

### 2.4.2 Notiser för gjuthuset

I samband med mina uppmätningar av byxbenen i gjuthuset, noterade jag även hur avvaxlingar för bjälklag och tak var gjorda. Takstolarna verkar ha gjorts om i samband med att byxbenen murats upp. Hanbjälkar har på vissa ställen tagits bort och ersatts av en bjälke upplagd på närliggande hanbjälkar likt en kort takås (fig. 18).

Ibland har hanbjälkar kapats och växlats av med en tvärgående bjälke fäst med hängseljärn. Högbenen har antingen kapats precis vid skorstenen och lastats av med en avvaxling längre ner eller också har de kapats och tagit stöd på byxbenet



Fig. 18. Avvaxling av hanbjälkar



Fig. 19. Urhuggen hanbjälke

Vid byxben nr 2 har man inte växlat av, utan huggit bort cirka en tredjedel av materialet i både hanbjälken och högbenet (fig. 19).

Ur avskrivna byggnadsrapporter för tygkvarterets byggnader från 1834-1873 (KrA) har jag kunnat utläsa vissa hållpunkter i byggskedet. Om takstolarna rapporteras det att de gjorts färdiga och satts ihop innan de sedan börjat resas. Uppsättningen pågick under juni och juli 1839. Taket bräddtäckts under juli - augusti, och börjar bekläds med papp i september. För september månad står första notisen överhuvudtaget om murstocksarbetet och lyder; "Skorstenarna färdigmurade och halva taket beklätt med papper."

### 2.4.3 Delresultat

På alla studerade planritningar, både gjuthusets och byggnaderna i Göteborg, finns lokaleldstädernas placering med. Rökkanalerna ligger i de murade mellanväggarna på samtliga studerade byggnader. På alla ritningar från region- och stadsarkivet i Göteborg är antalet kanaler och deras storlekar utritade. Inga rökkanaler är utritade på ritningen över gjuthuset (fig. 8). De kanaler som syns på ritningen visar enbart lokaleldstädernas invändiga kanalsystem.

De ritningar som studerades på RSA Göteborg, hade oftast sektionsritningar utan inritad murstock på vinden, trots att snittet samtidigt visar lokaleldstäder och skorstenar. Jag fann oftare utritade murstockar på vinden på ritningar daterade efter ca 1890. I de fallen var skorstenarna sällan symmetriskt placerade.

Från byggnadsrapporter från KrA får jag reda på att skorstenarna till gjuthuset gjorts färdiga samtidigt som taket bekläts med bräder och papp.

### 2.5 Laborationer utan punktlast

Jämförelserna mellan bågformer genomfördes i laborationer i samma skala som mina uppmättningsritningar, det vill säga skala 1:12,5. Byxben nr 5 gjordes i skala 1:20 eftersom den var mycket större än övriga byxben. Alla byxbenen har en valvhjassa på 190-197 cm utom byxben nr 5 som har en valvhjassa på 218 cm.

Jag använde mig av ellipsen, parabeln och kedjebågen i laborationerna. För ellipsen och parabeln ritades två båglinjer i varje byxben. En i valvets underkant, och en i mitten på valvet eftersom det är där en bågutslagning bör ligga för att skapa ett hållbart valv. De olika bågtyperna utgick från samma punkter vid anfangen och passerade samma pilhöjd.

I laborationerna med kedjebågen ritade jag en båglinje i valvets underkant, och en på pilhöjden 230cm, eftersom jag tyckte mig se ett samband mellan alla byxben på just den höjden. Anfangspunkterna placerades vid innerkanten på anfangen eller i centrum på anfangen. På de byxben med olika stora anfang, utgick jag ifrån förutsättningarna för den minsta anslutande murstocken. Avståndet mellan anfangspunkterna för den innersta båglinjen och den mittre båglinjen användes för att få samma avstånd mellan de bådas pilhöjd.

Laborationerna utan punktlast gjordes enligt denna process;

1. Jag ritade ut anfangspunkter och pilhöjder på byxben 1-5.
2. Ellipser ritades ut i alla byxben utom nr 3. De i underkant benämnde jag som test A. De i mitten som test B.
3. Parabelbågar ritades ut i alla byxben. De i underkant benämnde jag som test C. De i mitten som test D. (På byxben nr 3 gjordes endast test D)
4. Kedjebågar ritades ut i alla byxben. De i underkant benämnde jag som test E. De i mitten, på höjden 230 cm, som test G.

### 2.5.2 Ellipsen

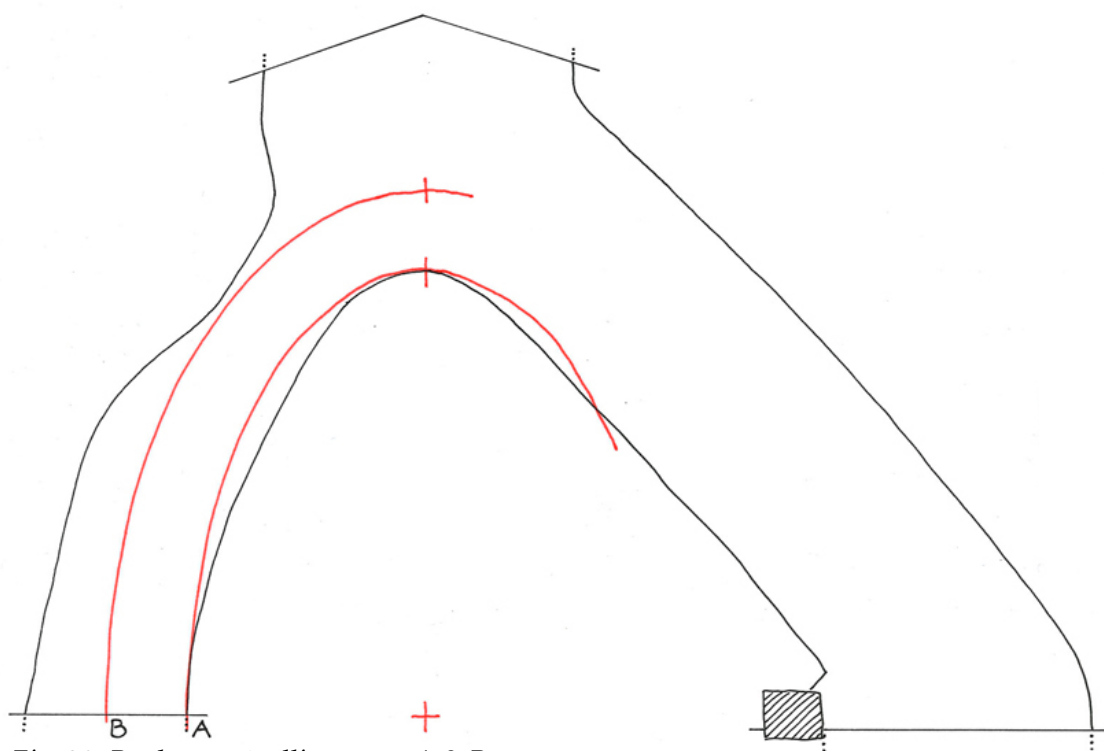


Fig. 20. Byxben nr 1, ellipser test A & B.

*Båglinjer i rött stämmer inte överens med byxbenets form*

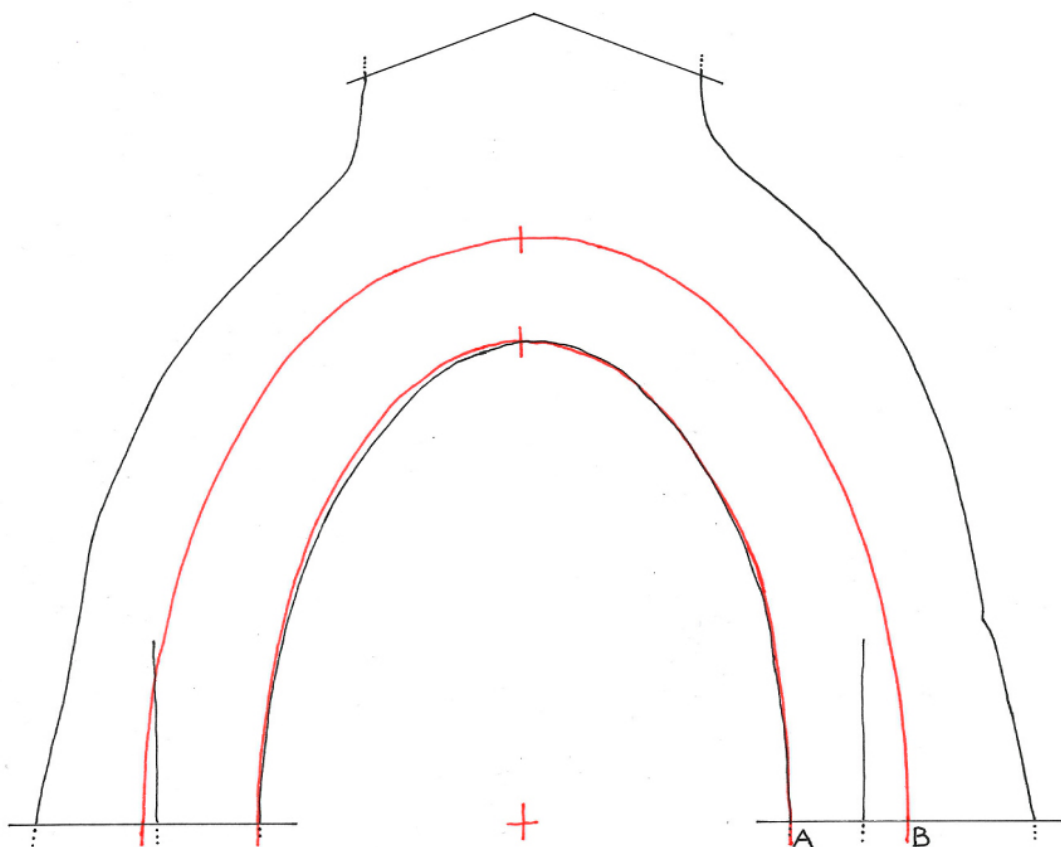


Fig. 21. Byxben nr 2, ellipser test A & B

Notera att de utslagna båglinjerna följer byxbenets form perfekt

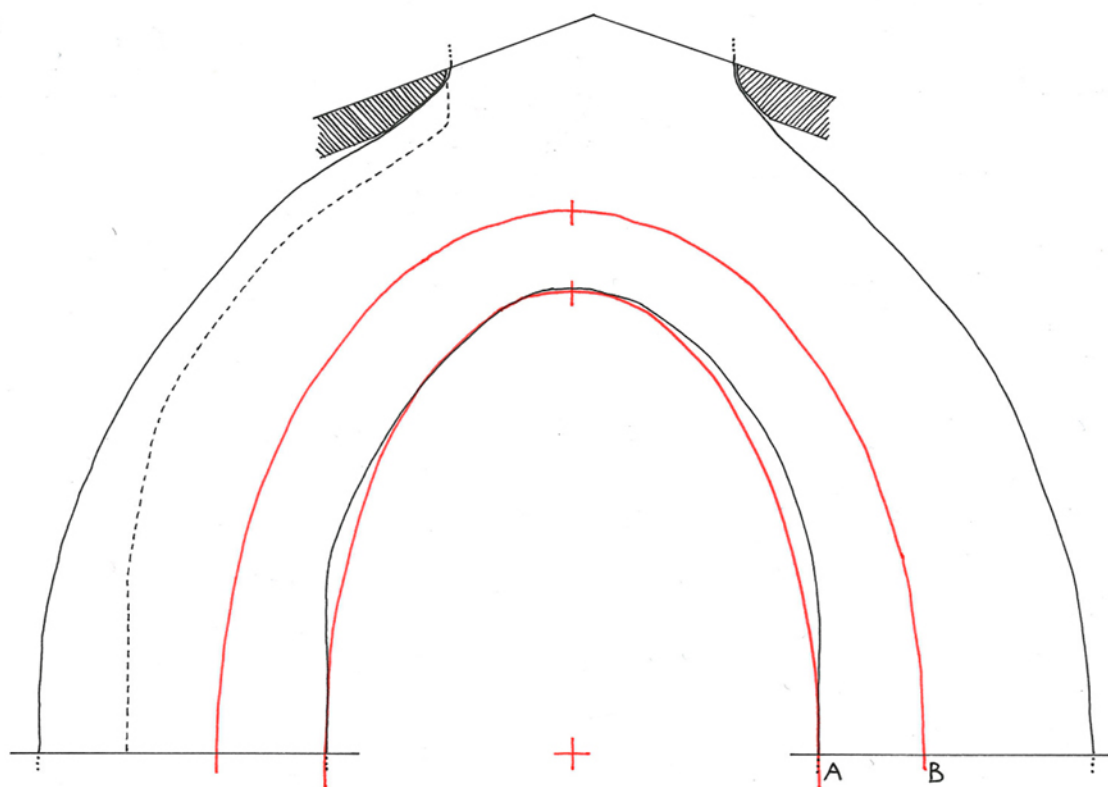


Fig. 22. Byxben nr 4, ellipser test A & B

Båglinjer i rött avviker något från byxbenets form

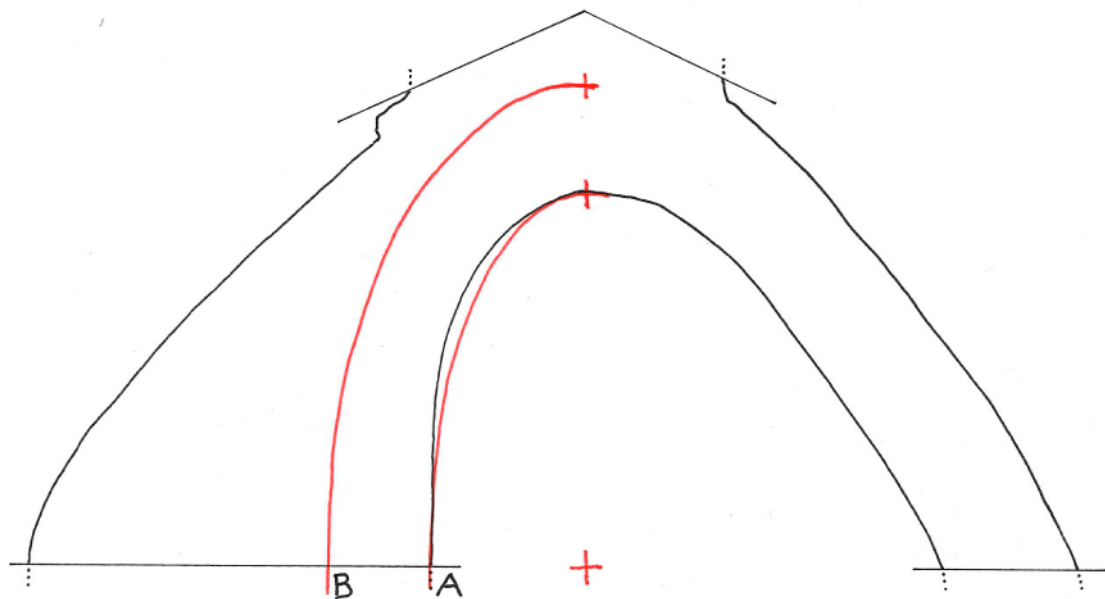


Fig. 23. Byxben nr 5, ellipser test A & B  
Båda båglinjer avviker något från bågformen

Jag ritade bara ut båglinjer för ena halvan av byxben 1 och 5 eftersom högra murstocken avviker från centrum. Båglinjerna passar dåligt med bågformen på byxben 1, men lite bättre för byxben 5. För byxben 2 passade båglinjen väldigt väl med bågformen vilket gjorde mig ganska överraskad. För byxben 4 stämde båglinjen någorlunda överens med bågformen. Jag valde att inte jämföra ellipsen med byxben nr 3. Den skiljer sig ganska mycket i utformningen mot de andra. Jag ser tydligt att bågformen inte är elliptisk. (bilaga 4)

## 2.5.2 Parabeln

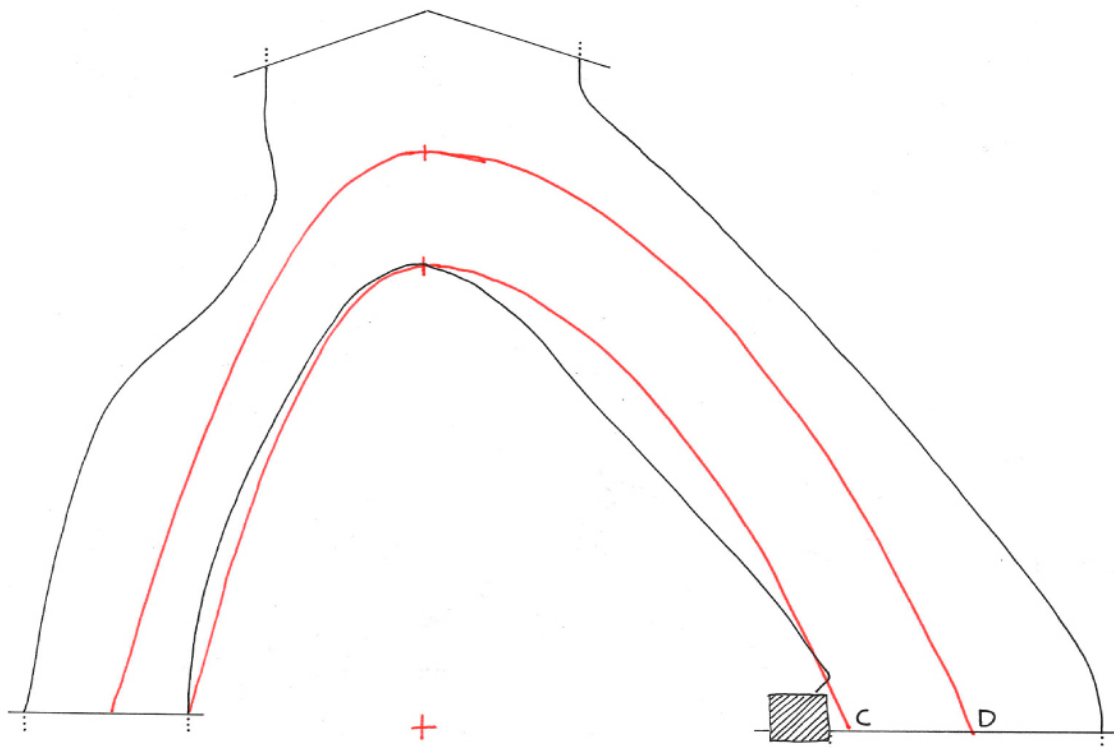


Fig. 24. Byxben nr 1, parabelbågar test C & D  
De utslagna båglinjerna stämmer dåligt med byxbenets form

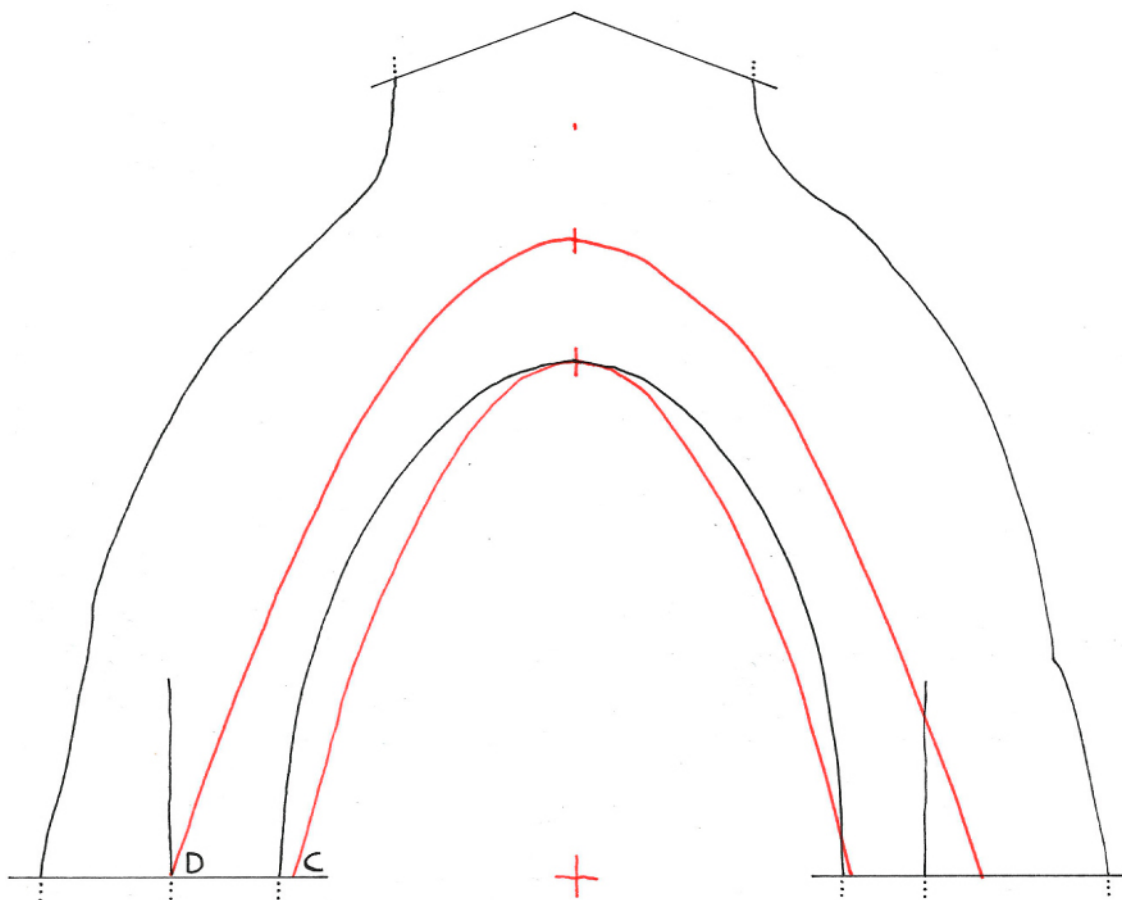


Fig. 25. Byxben nr 2, parabelbågar test C & D  
Båglinjerna stämmer inte alls med bågformen



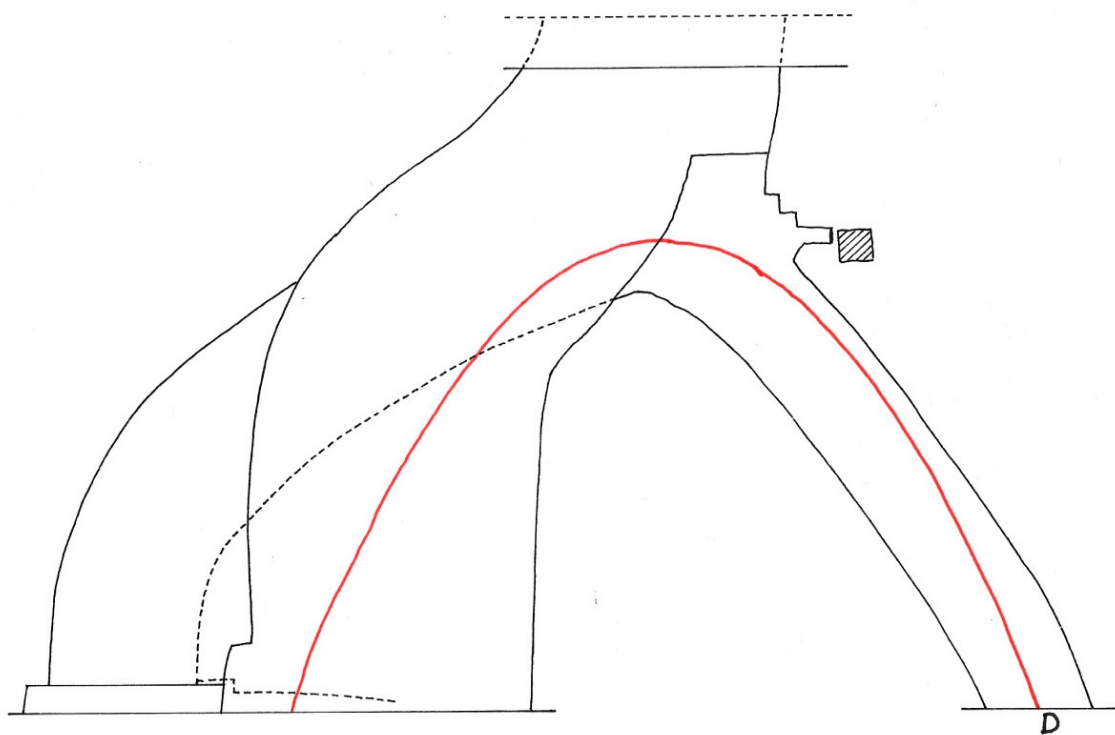


Fig. 26. Byxben 3, parabelbågar test D  
 Båglinjen är utslagen efter den högra delens förutsättning. Den passar dåligt

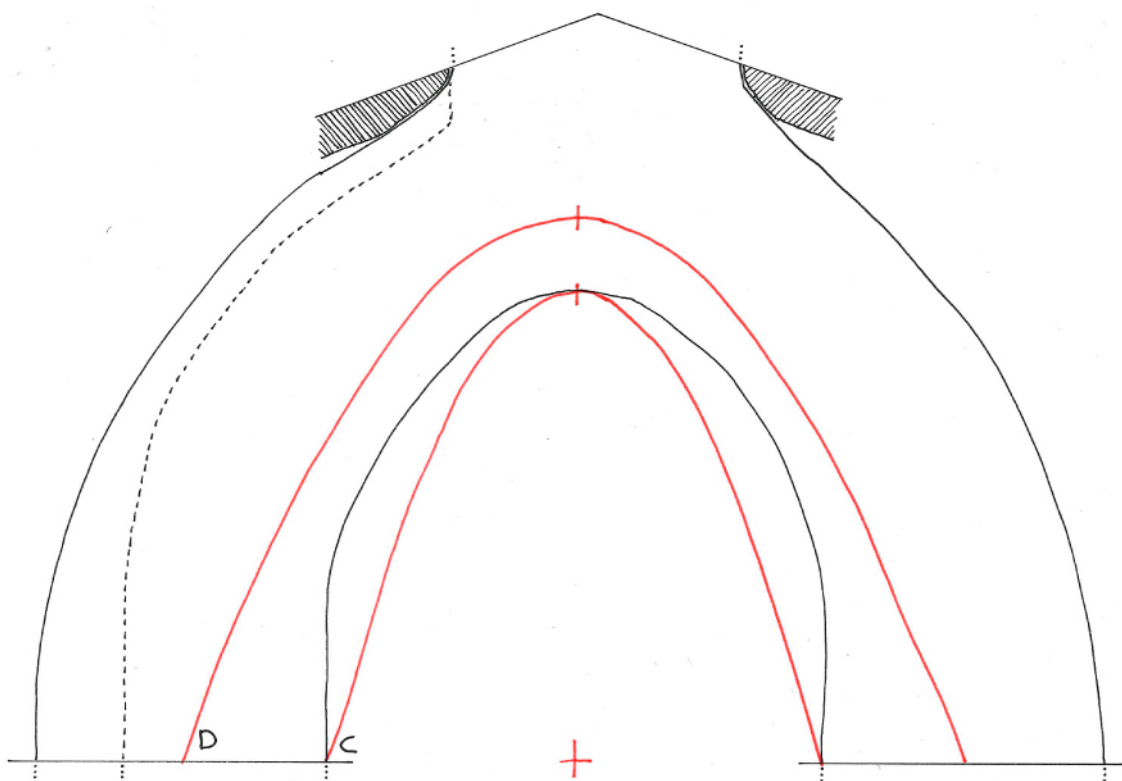


Fig. 27. Byxben 4, parabelbågar test C & D  
 Båglinjerna hamnar mycket långt ifrån byxbenets bågform

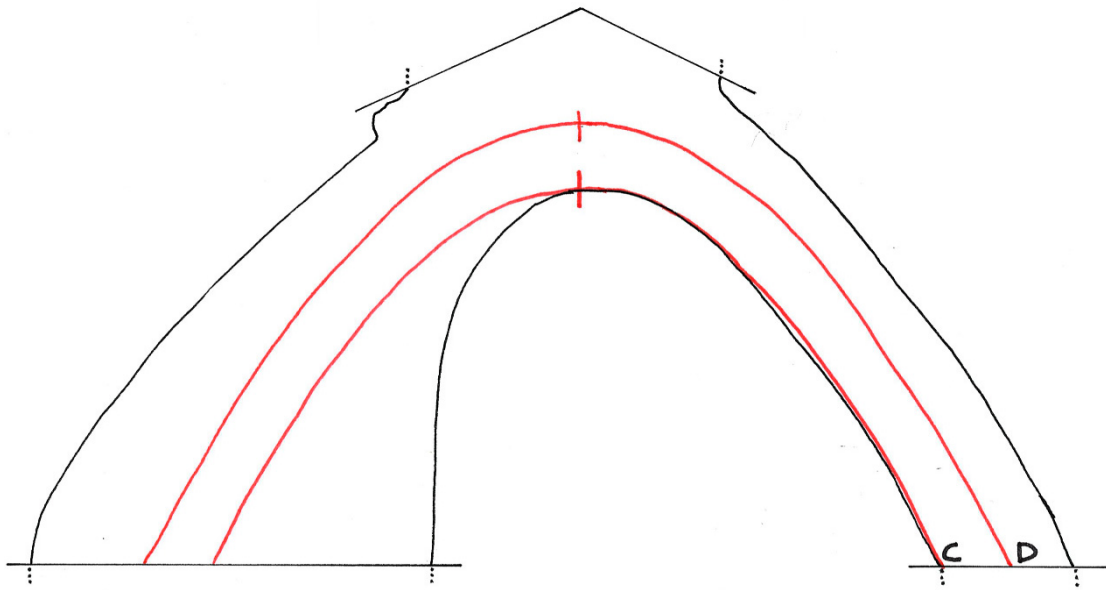


Fig. 28. Byxben 5, parabelbågar test C & D  
 Båglinjerna är utslagna efter högra delens förutsättning. Notera att de stämmer  
 perfekt med bågformen där

När jag skulle rita parabelbågar i byxben nr 1 ville jag anpassa utslagningen till den excentriska bågformen. Tillsammans med min handledare Anders Göransson, testades olika metoder för att rita en excentrisk parabel. Vi jämförde att rita en parabel i ett skjuvat koordinatsystem, med att rita två olika halvor med det vanliga rektangulära koordinatsystemet, och beslutade oss för att den sistnämnda metoden var mest lämpad för ändamålet. Båglinjerna i byxben 1 passar dåligt i den högra murstocken, men ligger ganska nära bågformen i den vänstra murstocken.

Båglinjerna i byxben nr 2 passar inte alls med bågformen på byxbenet.

I byxben nr 3 jämför jag enbart hur båglinjen passar med den högra anslutande murstocken. Den stämmer där ganska dåligt överens med bågformen.

För byxben 4 stämmer båglinjerna och bågformen dåligt överens.

När jag skulle rita ut båglinjer för byxben nr 5 insåg jag att den faktiskt inte är excentriskt belastad, det ser bara så ut eftersom basen är mycket bredare och stabilare på vänstra sidan. Därför ritade jag liksidiga parabelbågar i den med.

### 2.5.3 Kedjebågen

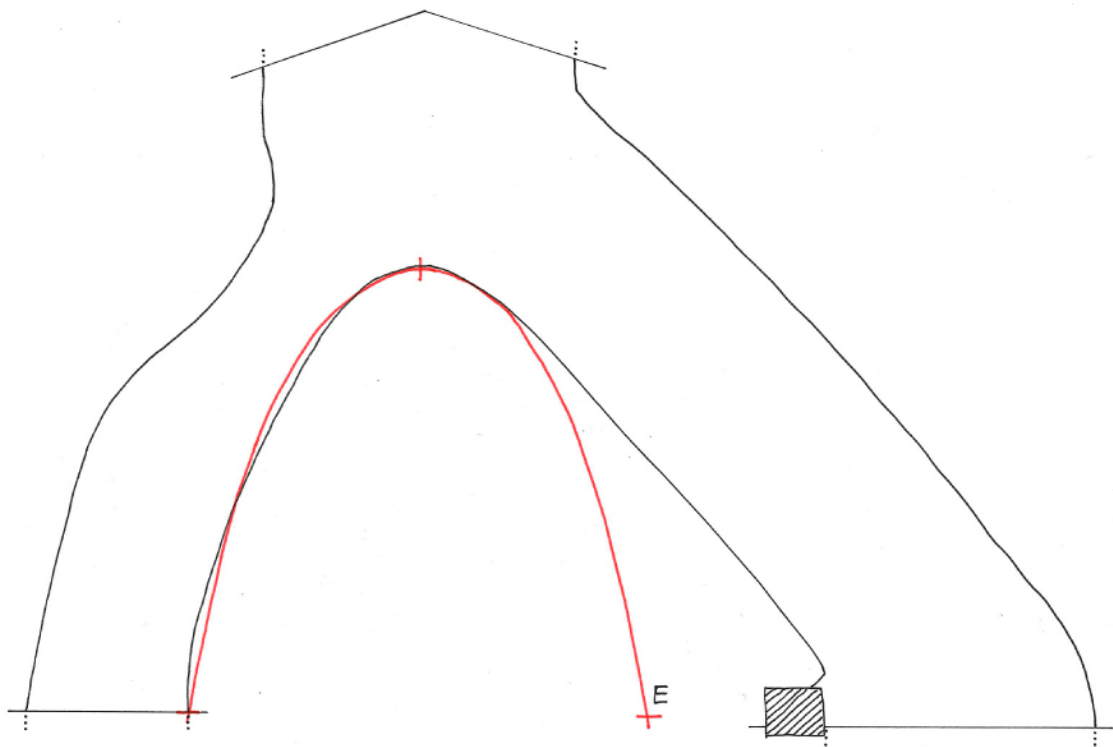


Fig. 29. Byxben 1, Kedjebåge test E  
Båglinjen stämmer bra med ena halvan av byxbenet

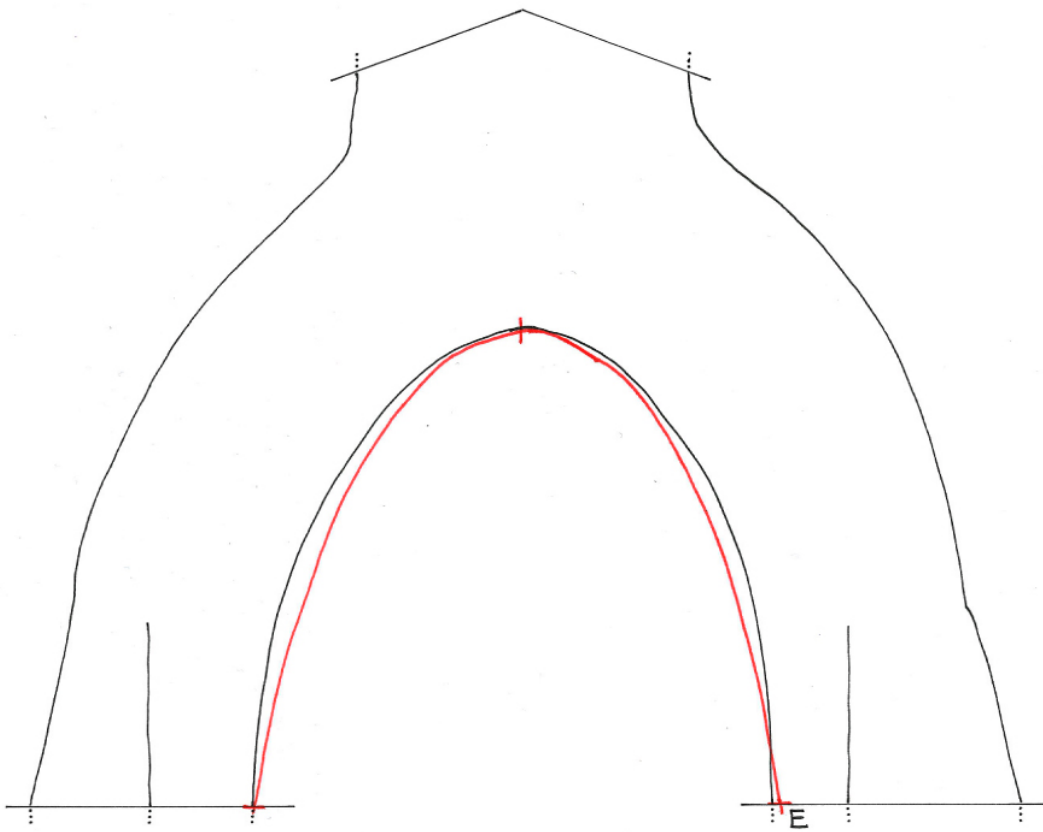


Fig. 30. Byxben 2, Kedjebåge test E  
Båglinjen avviker något från bågformen

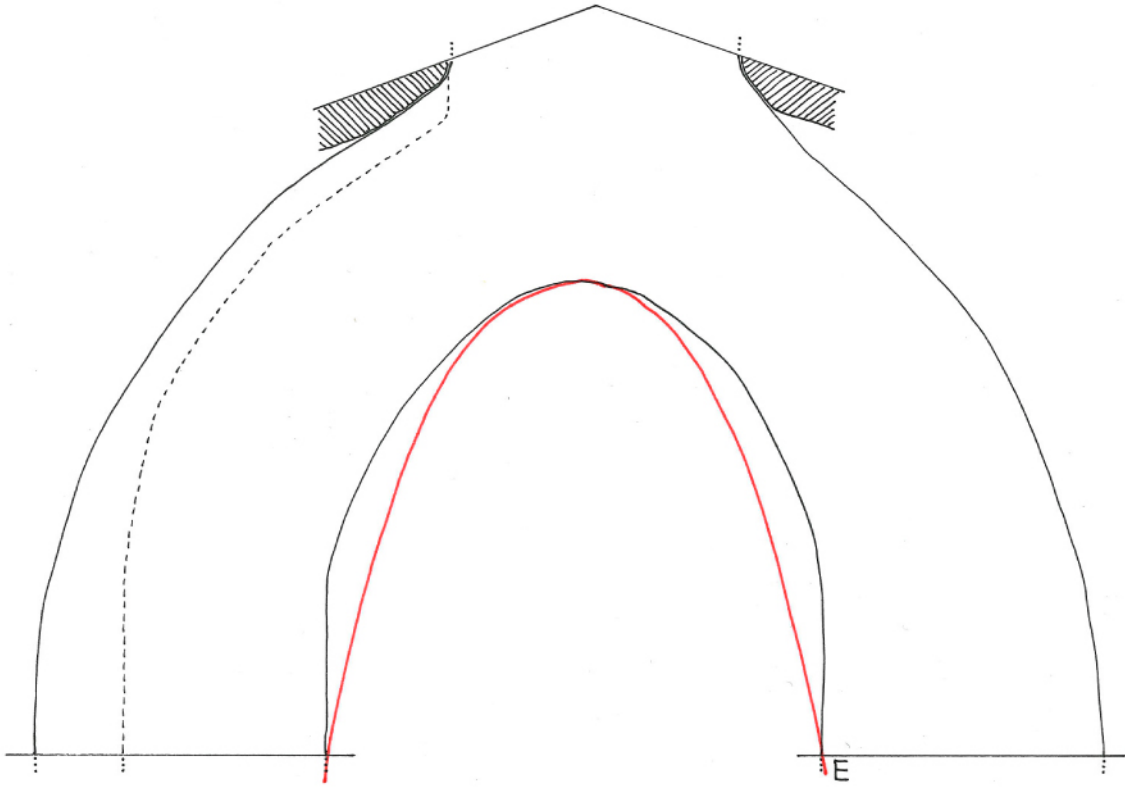


Fig. 31. Byxben 4, Kedjebåge test E  
 Båglinjen ligger långt ifrån bågformen

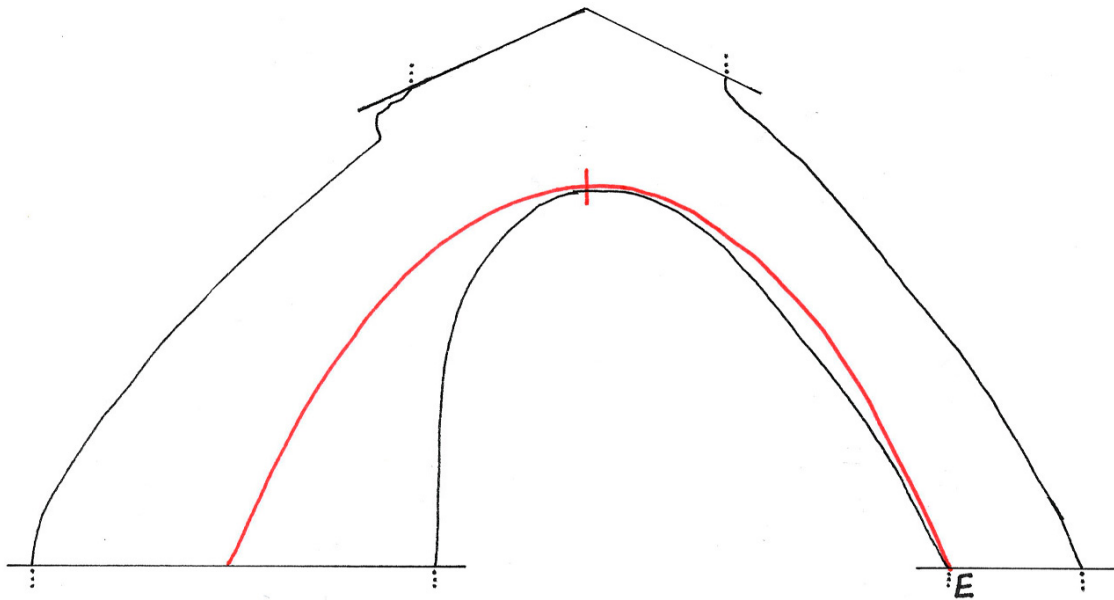


Fig. 32. Byxben 5, Kedjebåge test E  
 Båglinjen avviker något från byxbenets högra murstock

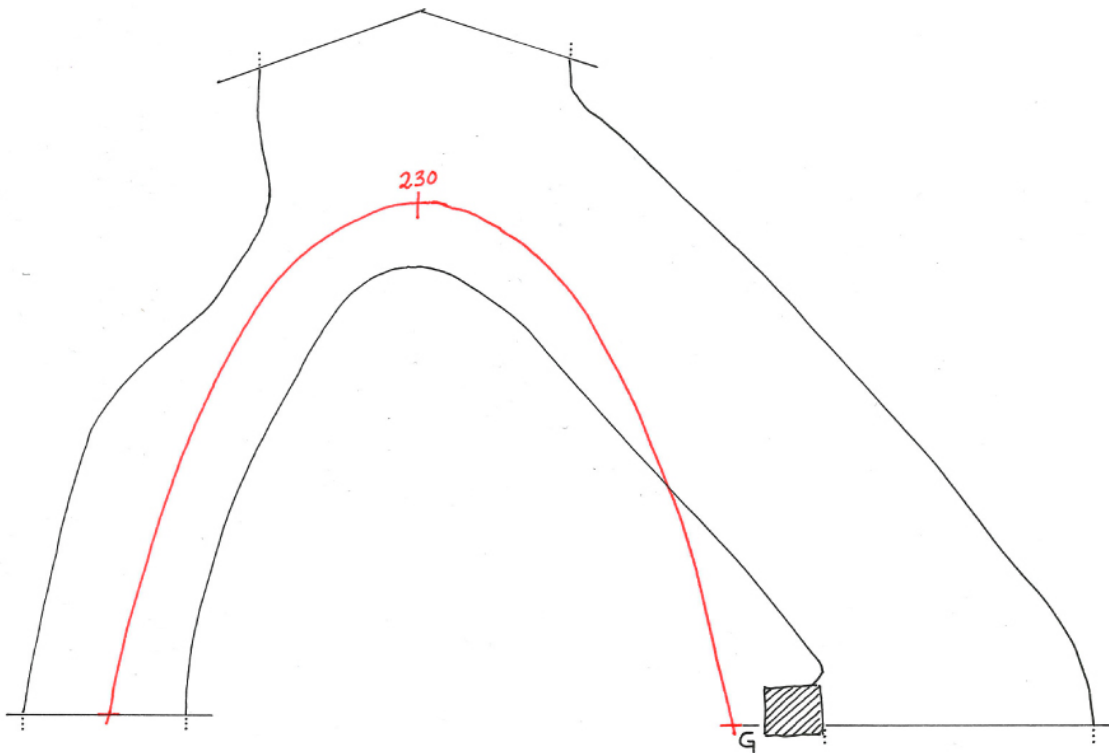


Fig. 33. Byxben 1, Kedjebåge test G  
 Båglinjen stämmer bra överens med byxbenets vänstra murstock

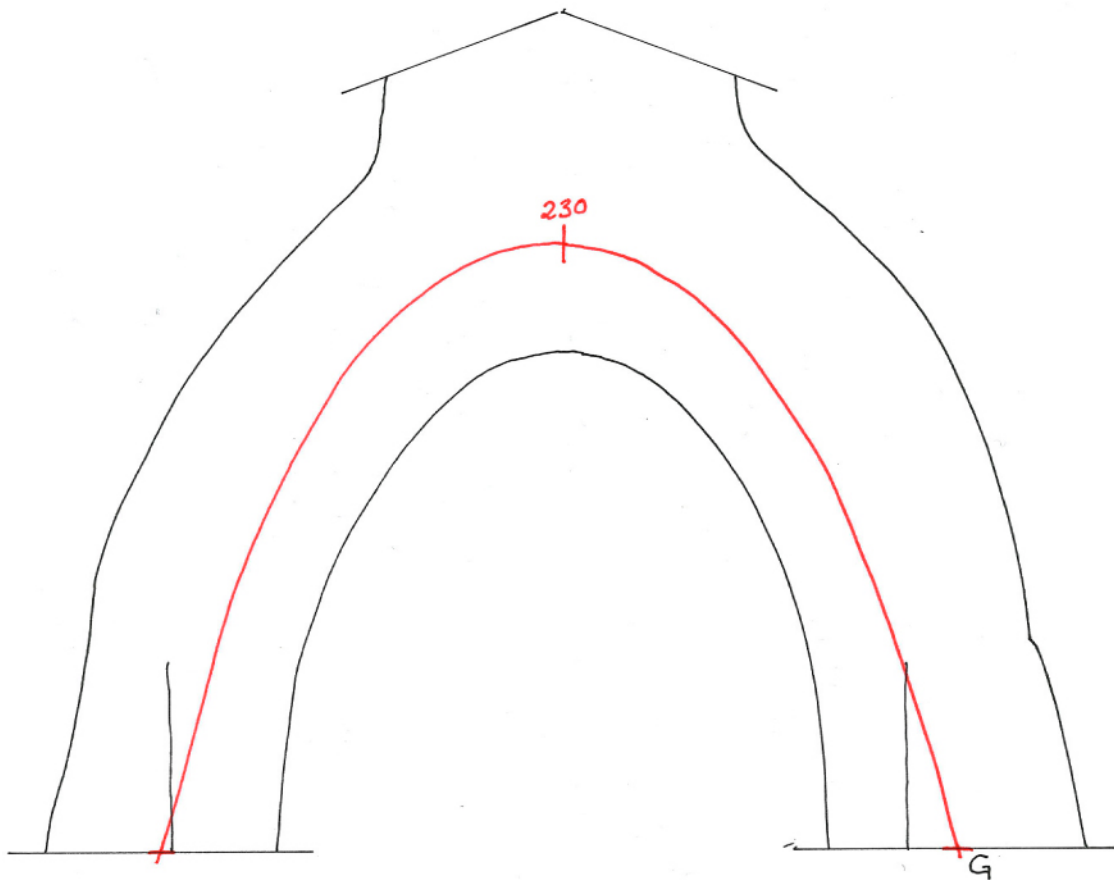


Fig. 34. Byxben 2, Kedjebåge test G  
 Båglinjen avviker marginellt från bågformen

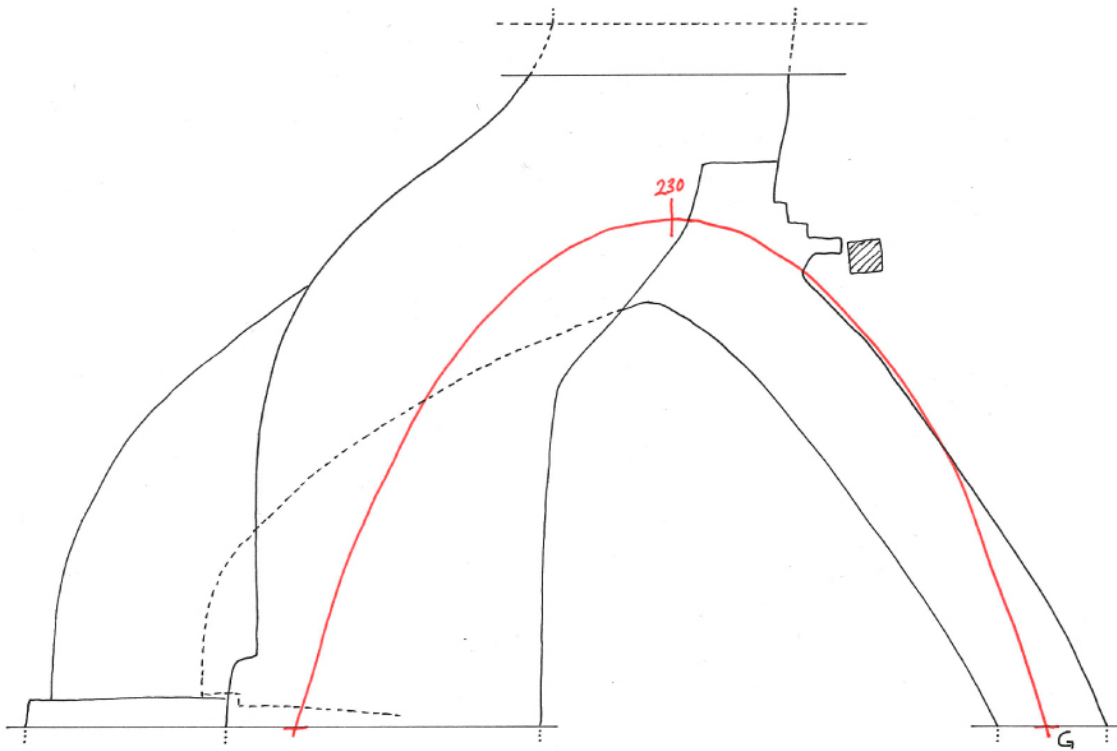


Fig. 35. Byxben 3, Kedjebåge test G  
 Båglinjen stämmer inte alls med murstocken från höger

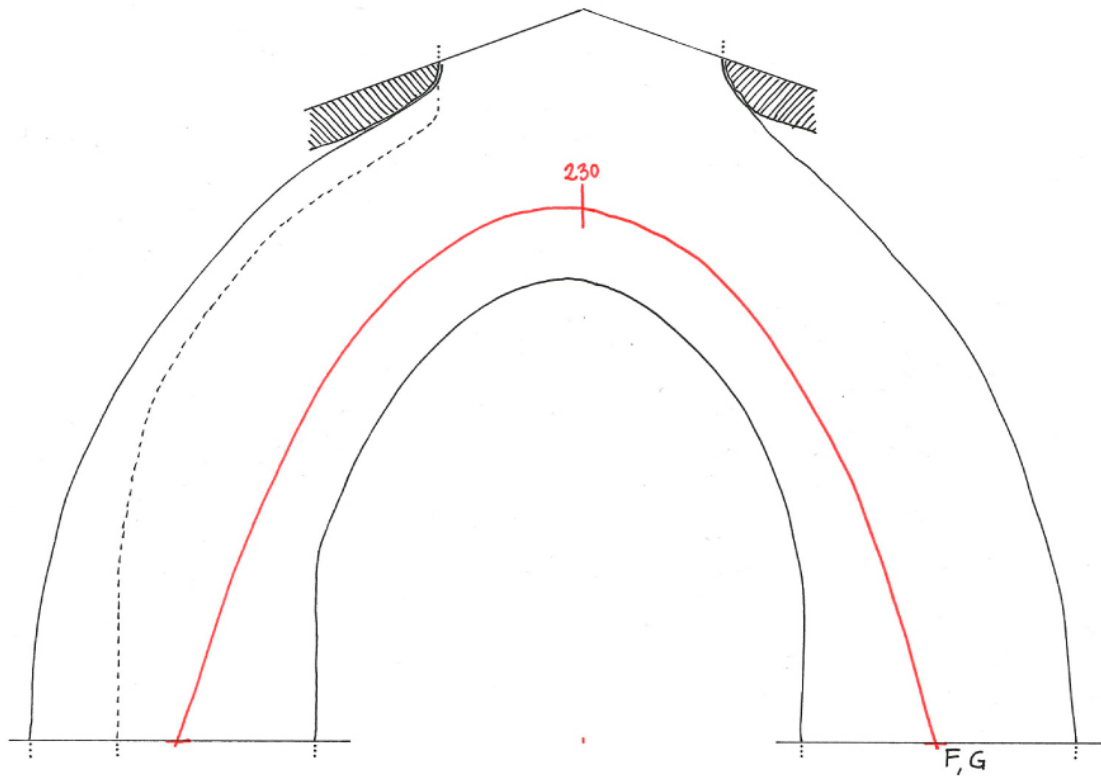


Fig. 36. Byxben 4, Kedjebåge test G  
 Båglinjen stämmer perfekt med bågformen

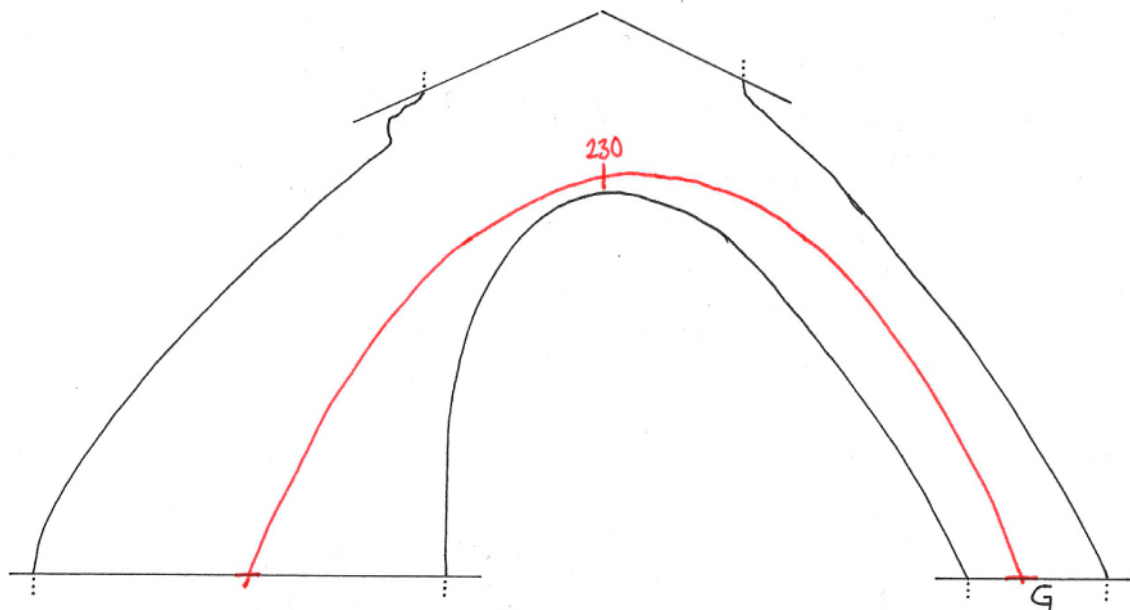


Fig. 37. Byxben 5, Kedjebåge test G  
Pilhöjden 230cm är alldeles för låg för det här byxbenet

I byxben 2 och 4 som båda är liksidiga bågar, passar kedjelinjen in perfekt på 230cm pilhöjd, samtidigt som de har olika bredd mellan anfangspunkterna.

På de snedbelastade byxbenen märker jag att båglinjen skulle behöva vara spetsigare för att passa. Den iakttagelsen tar jag med mig till kapitel 2.6.

#### 2.5.4 Delresultat

Byxben nr 2 stämmer nästan perfekt överens med ellipsen, medan övriga byxben inte stämmer med den elliptiska formen.

Parabelbågarna stämmer väldigt dåligt överens med bågformerna på byxben 2 och 4, men ligger relativt nära bågformen på byxben nr 1. I byxben nr 5 ligger parabeln däremot perfekt. Det är dock väldigt omständligt att rita så många olika parabelbågar med olika måttförhållanden.

Första laborationen där kedjelinjen läggs i underkant visar att alla byxben (bortsett från nr 3) har en bågform som ligger nära kedjans båglinje. Byxben nr 4 avviker dock en del. I nästa laboration där jag justerar båglinjen, passar den perfekt i nr 2 och 4. Där finner jag en gemensam nämnare och gör en tredje laboration som innebär att alla båglinjer läggs på pilhöjden 230 cm. Då stämmer kedjans båglinje väldigt väl med bågformen på byxben 1, 2 och 4. Metoden med kedjelinjen är mycket lätthanterlig och flexibel.

Byxben nr 2 och 4 har väldigt likartade förutsättningar om man ser till måttsättningen. De sammanslagna murstockarna står på samma avstånd från varandra, men har olika breda anfang. Båghjässan på de båda är på samma höjd. Trots detta är deras bågformer olika.

## 2.6 Laborationer med skorsten som punktlast

En självbärande båge som belastas på toppen kräver en förändrad bågform. Den bör då konstrueras mer "spetsig" eller "uppåtsträvande" för att inte brista av punktlastens tyngd. Den hängande kedjan bildar, som jag sagt tidigare, en optimal självbärande båge. Den hängande kedjan kan även belastas med små vikter som motsvarar laster på bågen, som i det här fallet utgörs av en skorsten.

Det finns två huvudtyper av skorstenar. Bland sotare kallas de för "Stig" och "Lina". Namnen har sitt ursprung i hur det går till när skorstenarna ska sotas. En "Lina" har rökkanaler med skiljetungor hela vägen upp och sotas därför med lina. En "Stig" är som en stor öppen samlingskorsten där kanaler med skiljetungor hade avslutats längre ner. För att kunna sota kanalerna där nere var man tvungen att **stiga** ner i skorstenen, vilket ofta fick bli lärlingens jobb. Stigskorstenen är den som var vanligast bland äldre skorstenar, och då särskilt om de var stora (H. Carlsson, C. Jåtby). En av mina muntliga källor säger att alla byxben han har sett har haft stigskorsten (D. Ene).

Jag har inte varit uppe på taket på gjuthuset för att dokumentera skorstenarna inuti, men baserat på mina iakttagelser och samtalen med mina muntliga källor, gör jag antagandet att gjuthusets skorstenar är stigskorstenar. Alla mina resonemang som har med skorstenslaster att göra har baserats på denna förutsättning. Det innebär att jag har räknat med att skorstenen har en relativt liten vikt, i motsats till en linskorsten som hade varit tyngre.

För att testa ifall byxbenen i gjuthuset kunde ha konstruerats med hänsyn till skorstenslasten utformade jag test F, som innebar att jag belastade kedjelinjen med vikter som vägde 2,5g var;

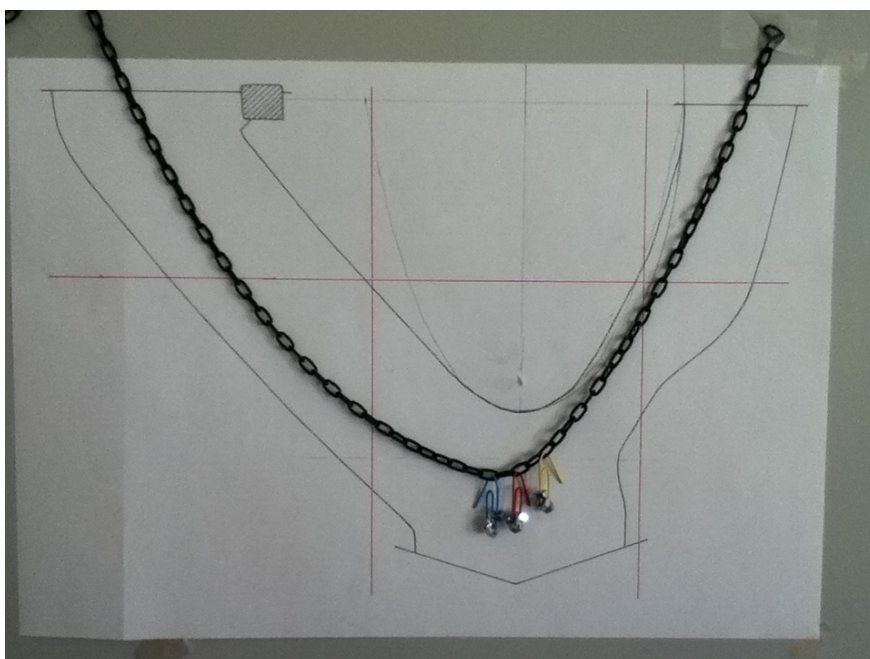


Fig. 38. Laboration med skorstenen som punktlast



Laborationen för bågformer med hänsyn till skorstenen som punktlast gjordes med en kedjelänk som vägde 5,5g / dm, enligt denna process;

1. Jag fäste kedjan vid godtyckligt valda anfangspunkter på ritningen (upp- och nedvänd) och lät den passera en godtyckligt vald pilhöjd.
2. Jag hängde på en vikt i taget, först mitt under (över) skorstenen. Därefter jämnt utplacerade under, tills jag ansåg att båglinjen följde bågformen så bra som möjligt.
3. Sist justerade jag längden på kedjan vid anfangspunkterna samt eventuell justering i sidled, eftersom pilhöjden ökade när vikterna tillkom.

### 2.6.1 Centrisk

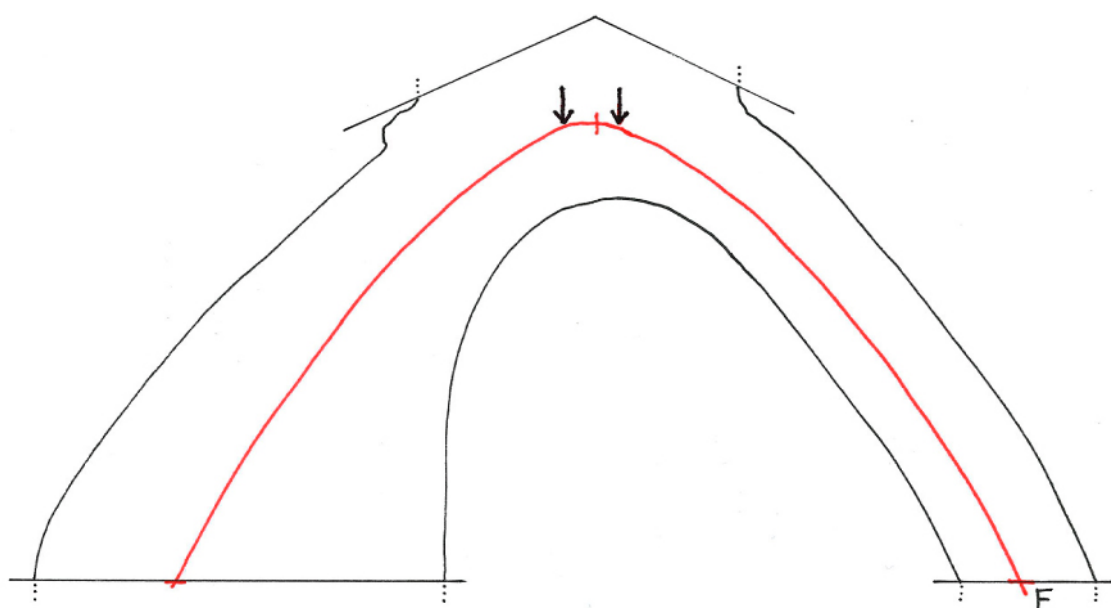


Fig. 39. Byxben 5, kedjebåge test F

*Två pilar visar positionen för vikterna. Båglinjen stämmer perfekt med byxbenets murstock från höger vid 5g belastning*

Det är byxben 2, 4 och 5 som är centriskt belastade, dvs de har murstockar som tar upp lika delar på varje ben av skorstenens vikt. Men nr 5 har en mycket större murstock från vänster än från höger,

För byxben 2 och 4 märktes det i test G att kedjelinjen följer bågformen perfekt utan att vara belastad (Se fig. 34 & 36).

Båglinjen i byxben nr 5 stämmer väldigt bra överens med den belastade bågformen. Kedjan belastades med 2,5+2,5g. Viktförhållandet mellan kedjelängden som användes och vikterna var 1/4.

## 2.6.2 Excentrisk

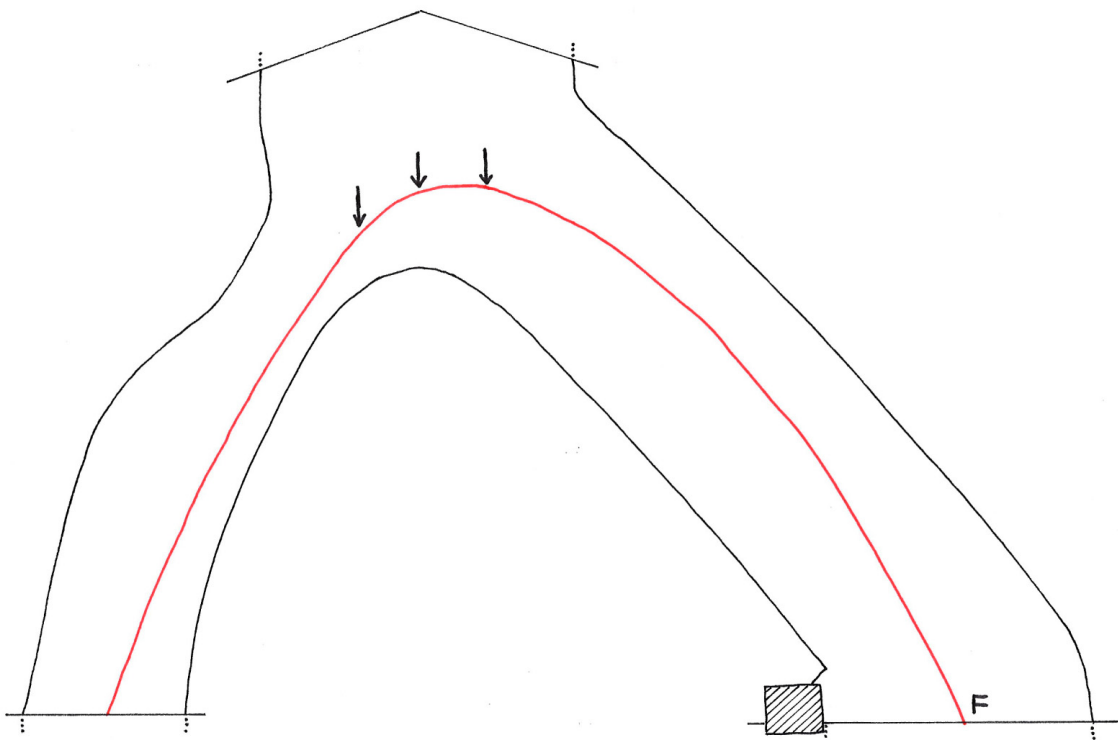


Fig. 40. Byxben 1, Kedjebåge test F  
Båglinjens form vid belastning stämmer inte alls mot byxbenets bågform.

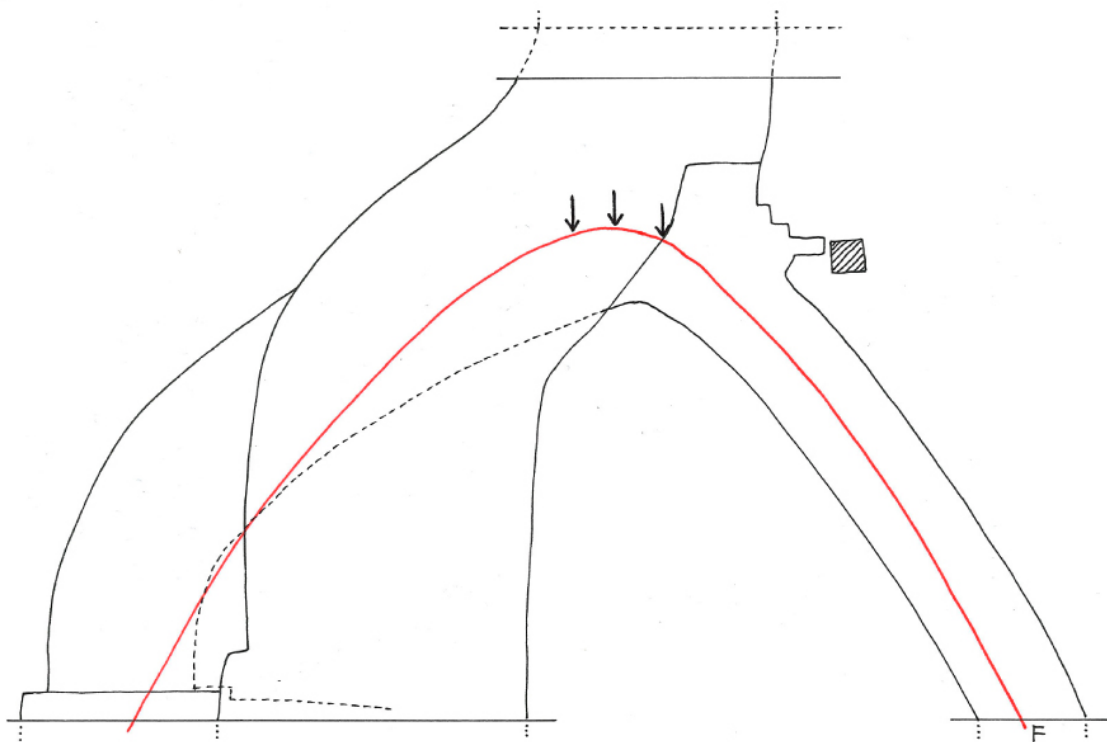


Fig. 39. Byxben 3, Kedjebåge test F  
När båglinjen belastas med 7,5g stämmer den väldigt bra med byxbenets murstock från höger.

Byxben nr 1 och 3 är båda excentriskt belastade men är för övrigt väldigt olika. Byxben 1 har en krök på den vänstra murstocken som gör att den där är känslig för att båglinjen ligger rätt i valvet. I den här laborationen avviker båglinjen något från bågformen i just den murstocken, men väldigt mycket i den högra murstocken. Kedjan belastades med 2,5+2,5+2,5g. I förhållande till den utnyttjade kedjans vikt var det 1/4 belastning.

Byxben nr 3 har en förhållandevis smal anslutande murstock från höger och är där väldigt känsligt för att ha rätt bågform. Kedjan belastades även här med 2,5+2,5+2,5g. I förhållande till den utnyttjade kedjans vikt var det 1/4 belastning.

### 2.6.3 Delresultat

Byxben nr 1 är ganska massiv i båda stockarna nere vid basen, men smalnar plötsligt av på vänstra sidan. När kedjelinjen belastas ligger båglinjen nära bågformen i den vänstra murstocken, men ej i den högra. Viktförhållandet mellan vikterna och kedjan var 1/4. Byxben 1 har en form som inte stämmer överens med hur en belastad kedjelinje blir.

För byxben nr 2 och 4 är båglinjen inte anpassad efter skorstenslasten. Båda två är dessutom väldigt kraftiga murkonstruktioner.

Byxben nr 3 och 5 har båda likartade anslutande murstockar från höger. Det är också där som båglinjerna ligger perfekt när de belastats med 1/4 av kedjans vikt. Båglinjerna i dessa verkar ha anpassats till skorstenslast.

## 2.7 Resonemang kring undersökningens delresultat

### 2.7.1 Ritningsstudierna

Den knappa beskrivningen av murstockar i äldre ritningar anser jag visar på att murstockskonstruktioner var upp till muraren att lösa. Arkitekten ritade vindsvåningen helt tom trots att det var uppenbart att två murstockar skulle sammanföras till en skorsten. Detta i kombination med att alla sammanslagna murstockar verkar vara unika, gav upphov till min titel *-En hantverkarens problemlösning*.

Gällande skorstenarnas placering före och efter 1890, tyder det mesta på att det var vid den här tiden som man slutade mura byxben i någon större utsträckning. En möjlig förklaring är att symmetri på taket inte längre var lika viktigt av estetiska skäl. Skorstenarnas placering blev kanske helt enkelt mer praktiskt anpassad. Förändringar i hur man planerade rumsindelningen kan vara en annan aspekt.

### 2.7.2 I gjuthuset

En rimlig hypotes om att takstolar och byxben i gjuthuset byggdes samtidigt, och att avvaxlingar gjordes i samband med detta. Det grundar jag på arkivmaterialet som bestod av arbetsrapporter, samt det jag har dokumenterat på plats i gjuthuset. Arbetsrapporterna talade om när resningen av takstolarna och bräddtäckningen pågick, men murstocksbyggandet står det inget om förrän skorstenarna står klara. Takkonstruktionen färdigställs på ca 4 månader, och det är rimligt att även byxbenen kunde byggas på 4 månader.

Med den hypotesen i åtanke antar jag att murstock nr 5 murats först, och nr 1 murats sist. 1:an är nämligen den enda som ser ut att ha anpassats efter takstolarna istället för tvärtom. Resningen av takstolarna gick kanske förbi murningsarbetet och avslutades i förväg. Avväxlingen där är mer noggrant utförd än på övriga ställen. Vi kan föreställa oss hur och byggnadssnickaren äntligen slapp trängas med muraren, och fick utrymme att göra en ordentlig avvaxling. Byxbenet fick sedan tyvärr inte riktigt plats och man valde att kröka murstocken, istället för att ta bort den välgjorda avvaxlingen.



*Fig. 40. Byxben 1. Överst i bild syns avvaxlingen av takstolen. Den vänstra murstocken gör en avvikande krök.*

### 2.7.3 Byxbenens bågformer och laster

Likheten mellan ellipsen och byxben nr 2 skulle kunna betyda att man har använt sig av ellipsen som utslagningsmetod i just det byxbenet, men jag ser det som osannolikt. Det är trots allt det enda byxbenet som passar ellipsen lika bra som med kedjebågen. Dessutom är byxben nr 2 väldigt lik byxben nr 4. Hade man använt sig av ellipsen till nr 2 borde man även ha gjort det till nr 4. Ellipsens form ligger i det här fallet ganska nära kedjebågens form som

stämmer betydligt bättre överens med flertalet av byxbenen. Jag finner det därmed osannolikt att man använde sig av ellipsens praktiska utslagningsmetod i gjuthuset.

Den geometriskt konstruerade parabeln stämmer väl överens med byxben nr 5 men inte med övriga byxben. Till skillnad från mina slutsatser om ellipsen, tror jag att sannolikheten att man kan ha använt sig av en annan utslagning i byxben 5 är större. Det finns nämligen flera stora skillnader på detta byxben jämfört med övriga. Valvhjässan avviker i höjd med mer än 20 cm från övriga och hela byxbenet är på något vis inkluderat i byggnationen till ett vindsrum. Förutom att vara ett byxben fungerar nr 5 även som dörrpost in till detta vindsrum. Det är även betydligt större än övriga byxben.

Det är möjligt att byxben nr 5 mer är en del av själva huskonstruktionen och en fortsättning på de bärande mellanväggarna, än ett egentligt byxben. Det tidigare påståendet om avvaxlingarna, stämmer överens med teorin att byxben nr 5 skulle ha murats först och förmodligen innan takstolarna börjat resas. Ifall det var en del av husstommens konstruktion kan utslagningen ha gjorts på annat vis.

Kedjelinjen gav upphov till fler experiment än jag räknat med, men metoden gick lätt att utveckla. Det faktum att kedjelinjen fungerar bra för alla byxben utom möjligen nr 1, samt att alla byxben har olika bågformer, gör det mycket troligt att man använt sig av kedjelinjen som en praktiskt utslagningsmetod för byxbenens bågform. Metoden är tillräckligt enkel för att hantverkaren ska kunna konstruera ett byxben i taget, i motsats till om man hade haft en bågutslagning som man sedan byggde alla byxben efter.

I mina laborationer fann jag att båglinjerna passade in på samma pilhöjd i alla byxben utom nr 5. Måttet var 230 cm, med några centimeters differens. I mina funderingar kring orsaken till detta samband, utvecklade jag en teori om arbetsprocessen. Ifall muraren använde sig av kedjan som metod för att ta ut båglinjer, bör kedjan ha hängt upp på ett lämpligt ställe i närheten av det kommande byxbenet. Ett sådant ställe skulle kunna vara hanbjälkarna precis intill, och jag vet att åtminstone en av dessa låg på 230 cm över golvet, resten hade jag inte mätt in (vid byxben 2). Det vore intressant att följa upp den teorin genom att jämföra alla byxben med närliggande hanbjälkar.

Det finns en möjlighet att nr 1 tidigare har varit "tre-bent". Det skulle förklara varför ingen av laborationerna gav något bra utslag för byxben 1. På baksidan finns en brottanvisning som om något saknas, och hela byxbenet har en svag lutning bakåt (se bilaga 2). Byxben 1 verkar på flera sätt vara obalanserad och med en tredje anslutande murstock vore den mer stabil. Det finns dock ingenting i planlösningen under som talar för att där skulle ha funnits en eldstad till (se fig. 8). En tanke som slår mig är att det eventuella tredje benet

kanske bara var ett extra stödben, eller "falsk murstock" likt den jag beskrev i kapitel 1.6 som var murad på Gunnebo slott. Jag har dock aldrig sett likartade lösningar på äldre byxben. En sådan fråga vore lämplig att utreda med hjälp av en skorstensfejarmästare.

Om min hypotes är korrekt bör utslagningen till detta byxben har varit tredimensionell och stämmer därför inte överens med mina tvådimensionella laborationer. Tredimensionella utslagningar är mycket möjliga att genomföra med kedjelinjer (som exempelvis Antoni Gaudís byggnadsverk, eller Kristian Reuter-Olivebergs byxben). Fortsatta arkivstudier för gjuthusets ritningar och exempelvis brandsyneprotokoll kan ge svar på eventuella förändringar för murstockar och eldstäder.

De två centriskt belastade byxbenen, nr 2 och 4, hade sina perfekta kedjelinjer utan belastning. Det kan ha sin förklaring i att de består av sammanslagna murstockar med väldigt mycket murmassa. Den murmassan är så kraftig i förhållande till en lätt stigskorsten, att den eventuella inverkan den vikten skulle ha på byxbenens hållfasthet är oväsentlig.

Byxben 1, 3 och 5 ingick i laborationen med belastning av kedjelinjen, men det var bara nr 3 och nr 5 som då passade perfekt med bågformen. Det är anmärkningsvärt att alla behövde belastas med samma viktandel, det vill säga  $1/4$  av kedjans vikt. Att byxben nr 5 som är centriskt belastad, stämmer in i den här laborationen kan ha sin förklaring i att de två sammanslagna murstockarna är av mycket olika dimensioner. Det gör den svårdefinierad som centrisk eller excentrisk. Möjligheten finns att den i byggskedet konstruerades likt excentriskt belastade byxben.

De sista laborationerna tyder på att muraren hade en tumregler för hur mycket vikt som skulle hängas på kedjan för att motsvara en schablonmässig skorsten. Tumregeln verkar ha varit  $1/4$  viktpåslag, och den metoden användes för att ta ut båglinjer till excentriskt belastade byxben. Det är ju faktiskt så, att en snedplacerad vikt på en kedja, är ett enkelt sätt att få en excentrisk båglinje.

## SLUTSATSER

### 3.1 Diskussion

I arbetet med den här undersökningen har jag upptäckt att det finns mycket kvar att utreda kring äldre murstocksarbeten. Det har varit otroligt tunt med material att utgå ifrån eftersom murstockskonstruktioner knappt nämnts överhuvudtaget i de historiska källorna.

Det finns en möjlighet att fortsatt forskningsarbete, för att finna eventuella beskrivningar av sammanslagna murstockar, kan ge resultat. Kanske finns det något att finna i föreningsarkiv eller i privata arkiv, som exempelvis hos Murarmästarämbetet i Stockholm

Jag hade gärna sett en annan undersökning före min, som enbart fokuserat på att lokalisera och kartlägga förekomsten av olika sorters sammanslagningar i olika typer av byggnader. Jag tror nämligen att de murare som konstruerade byxben, istället för någon annan typ av sammanslagning, gjorde det för att de var säkra i sina kunskaper om valvbyggnation. Enligt skfm. Christer Jåtby är just byxben, de mest felfria och hållbara konstruktionerna, de andra äldre sammanslagningarna, som exempelvis dem jag beskrev i bakgrundskapitlet, behöver oftare åtgärdas.

Vad gäller byxbenen i gjuthuset skulle jag vilja fortsätta att studera dem med fler undersökningar och laborationer. Jag skulle vilja gå vidare med studier om förbanden och rökkanalerna, och koppla samman dem med teorierna kring bågutslagningen. Dessutom skulle det vara intressant att gå vidare till närliggande byggnader på fästningen som exempelvis stora tyghuset, för att se om det finns liknande byxben där.

### 3.2 Slutsats

I min undersökning har jag utforskat vilken utslagningsmetod som kunde ha tillämpats för att konstruera byxbenen i gjuthuset. Jag har även försökt förtydliga bilden av byggprocessen kring murstocksarbeten för 150 år sedan.

Med arkivstudier och dokumentationer har jag har visat på att murstockskonstruktioner var ett högst hantverkligt arbete som krävde en erfaren murare, vilket vi idag behöver påminnas om. Jag hoppas att jag med det här arbetet har belyst byxbenens konstruktion, och att de därmed kan få ta större plats i byggnadsdokumentationer och värdebeskrivningar.

Kunskapen om hur vi kan använda praktisk bågutslagning inom muryrket, skulle kunna inkluderas i utbildningssammanhang. Där kan min undersökning

bidra med anknytningen till just byxben, för att vi ska veta hur de bör hanteras vid renoverings- eller restaureringsarbeten.



# KÄLL- OCH LITTERATURFÖRTECKNING

## 4.1 Otryckta källor

### Arkiv

*Göteborg*

Region- och Stadsarkivet Göteborg

Byggnadsnämnden, Byggnadsavdelningen

Bygglövsritningar:

-Inom vallgraven, 15kv Frimuraren, no 1-4

-Inom vallgraven, 20kv Snusmålararen, no 4-7

-Vasastaden, 5kv Björken, no 7-10

-Vasastaden, 6kv Masurbjörken, no 1-4

*Stockholm*

Krigsarkivet

(Dokument erhållna via Ritningen Arkitektbyrå AB i Skövde)

-Avskrift av; *byggnadsrapporter för tygkvarterets byggnader. Jan 1834-Maj 1873*

### Muntliga källor

Informant 1: Holger Carlsson, Pens. Skorstensfejarmästare för Karlskrona distrikt, Samtal 31/3 2011, E-brev 3/4 - 5/5 2011.

Informant 2: Christer Jåtby, Skorstensfejarmästare för Vänersborgs distrikt, Samtal 20/4 2011

Informant 3: Dimutru Ene, Murare vid Bygghyttan i Karlsborg, Samtal 30/3 2011

Informant 5: Kristian Reuter-Oliveberg, Arkitekt vid Gunnebo slott, Studiebesök 15/4 2011

Informant 6: Janne Gustavsson, Pens. Murare vid Gunnebo slott, Studiebesök 15/4 2011

### Kursmaterial

Hassan, Osama (okänt årtal). *Projektuppgift i inledande ingenjörskurs - för byggstudenter*. Umeå universitet

Almevik, Gunnar. (2000) *Geometri för murare*. Hantverksskolan i Mariestad

### Föreläsning

Eriksson, Jonny. (2003) *Statik för murare*. Hantverksskolan i Mariestad.

## 4.2 Tryckta källor och litteratur

Bedoire, Fredric (1985). *Arkivguide för byggnadsforskare*. 3., revid. uppl. Stockholm: Nordiska mus.

Berg, Ejnar (1981). *Kaserner, baracker och hyddor: svenska soldatboningar under fyra århundraden*. Diss. Stockholm : Univ.

Berggren, Krister & Humble, Olle (red.) (1990). *Äldre murverkshus: reparation och ombyggnad : [handbok]*. Stockholm: Statens råd för byggnadsforskning

Cornell, Elias (1979). *Byggnadstekniken: metoder och idéer genom tiderna*. 2 uppl. Stockholm: Byggförl.

Fernández, Huerta, Santiago (2005) "The use of simple models in the teaching of the essentials of masonry arch behaviour." i : *Theory and practice of constructions: knowledge, means and models. Didactic and research experiences*. Ravenna, Fondazione Flaminia, Italia, s. 747-761

Houben, Hugo. Guillard, Hubert (1994) *Earth Construction. A comprehensive guide* , London: Intermediate Technology

Kartaschew, Kenneth von (1999). *Karlsborgs fästning och Vabergets: historik och beskrivning*. Stockholm: Militärhistoriska förlaget

Kohl, A. Bastian. K (1961) *Fachkunde für mauerer* [BD II], 10 uppl. Stuttgart: B.G Teubner Verlagsgesellschaft

Löfroth, Carl (red.) (1924) *Byggnadsindustrien. Praktisk uppslagsbok för byggnadsverksamhetens olika grenar av fackbildade på hithörande områden* [BD II] , Stockholm: Nordiska bokförlaget.

Menzel, C. A (1862) *Der praktische Maurer: Handbuch für Maurermeister, Gesellen, Lehlinge, Bauführer und Architekten* 3 uppl. Halle: Knapp

Polhem, Christopher (1947) *Christopher Polhems Efterlämnade skrifter. 1, Teknologiska skrifter*. Uppsala: Lärdomshistoriska samfundet

Rothstein, E. E. von (2003[1890]). *Allmänna byggnadsläran*. Faks.-utg. Kristianstad: Accent

Wolfram, Ludwig Friedrich (1833-42) *Vollständiges Lehrbuch der gesamten Baukunst* [BD III] Stuttgart: Hoffman

Zerbst, Rainer (1990). Gaudí: 1852-1926 : Antoni Gaudí i Cornet - ett helt liv för arkitekturen. Köln: Benedikt Taschen

### 4.3 Elektroniska källor

*Wikipedia*. Sökord: Kedjelinje. <http://sv.wikipedia.org/wiki/Kedjekurva>  
hämtad 2011-04-08

*Wikipedia*. Sökord: Catenary arch. <http://en.wikipedia.org/wiki/Catenary>  
hämtad 2011-04-08

*Nationalencyklopedin*. Sökord: Kägelsnitt. <http://www.ne.se/lang/kaegelsnitt>  
hämtad 2011-04-08.

## BILDFÖRTECKNING

Fig 1, 4, 6, 7, 9-14, 18-40: Fotografier och skisser gjorda av författaren.

Fig 2: Kopierad ur: Löftroth (1924) *Byggnadsindustrien* s.179

Fig 3: Kopierad ur: Kohl, A. (1961) *Fachkunde für mauerer* s.93

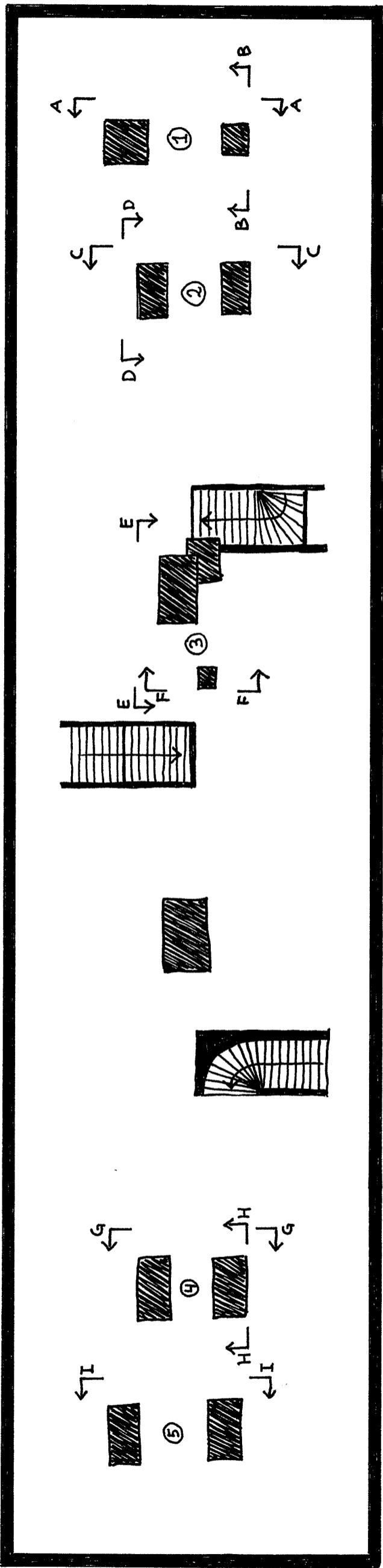
Fig 5: Hämtad från; <http://calearth.org/images/building-designs/eco-dome/CatenaryArchDwg.jpg> 2011-04-08

Fig 8: (KrA) Hämtad hos; Ritningen Arkitektbyrå i Skövde, den 11 mars 2011

Fig 15: Fotograferad arkivhandling (GSA)

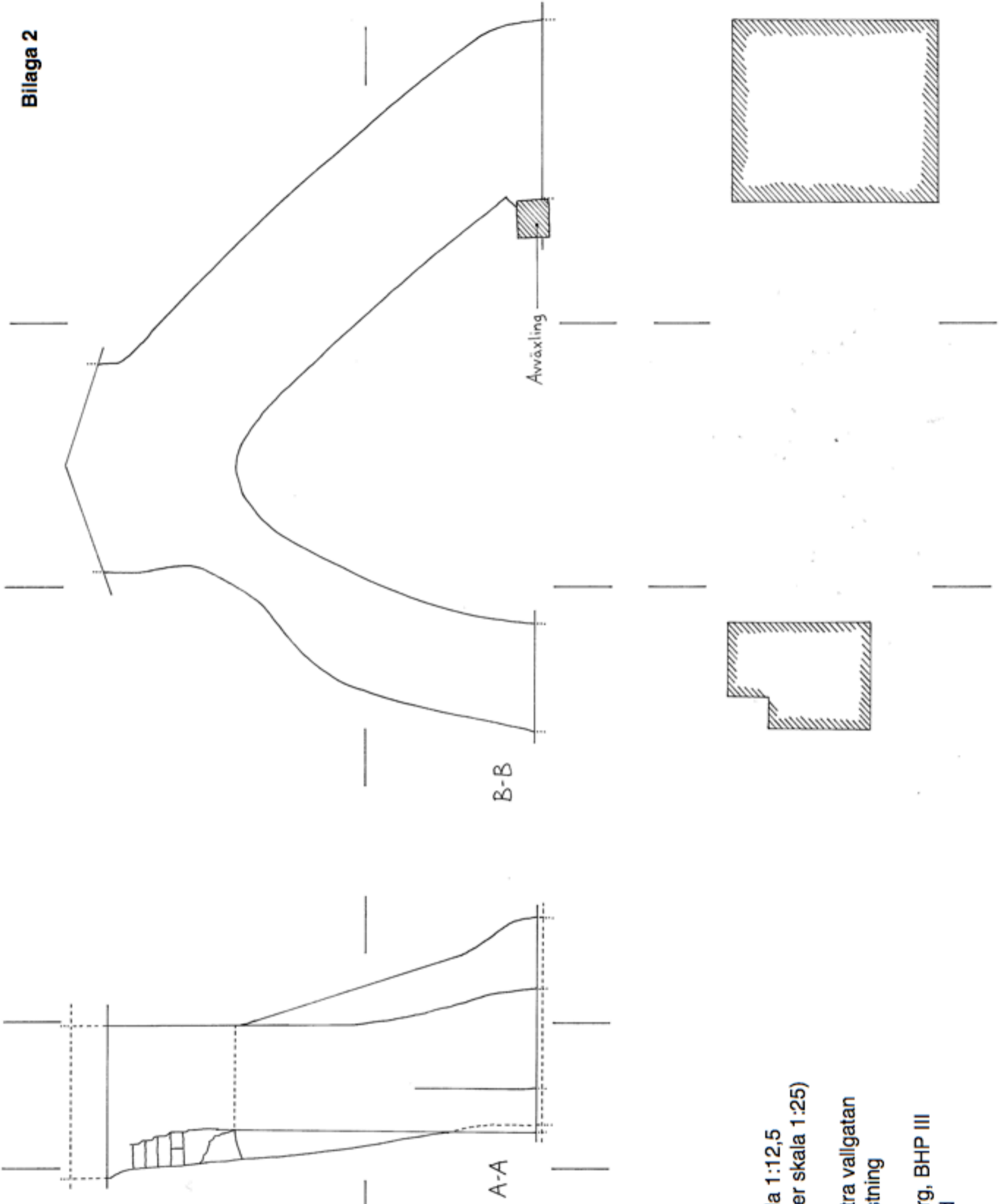
Fig 16: Fotograferad arkivhandling (GSA)

Fig 17: Fotograferad arkivhandling (GSA)



Principskiss för orientering  
 Murstock 1-5  
 Gjuthuset, Östra vallgatan  
 Karlsborgs fästning

Malena Kinberg  
 Bygghantverksprogrammet åk III  
 Göteborgs Universitet  
 2011-03-10



Murstock 1

Vy A-A

Vy B-B

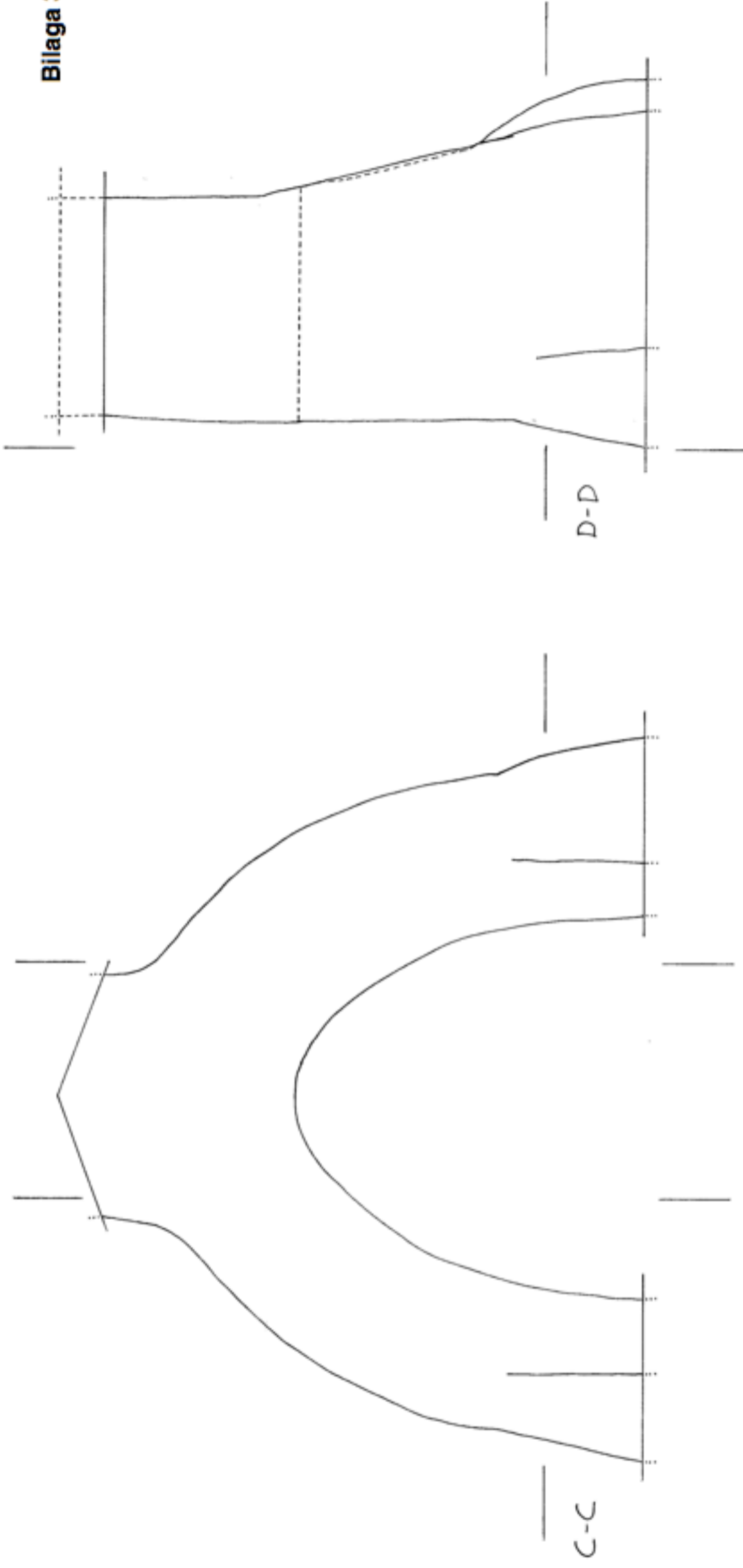
Plansnitt

Uppmått i skala 1:12,5  
(Utskrift i A3 ger skala 1:25)

Gjuthuset, Östra vallgatan  
Karlsborgs fästning

Malena Kinberg, BHP III  
GU, Mariestad  
2011-04-27

Bilaga 3



Murstock 2

Vy C-C

Vy D-D

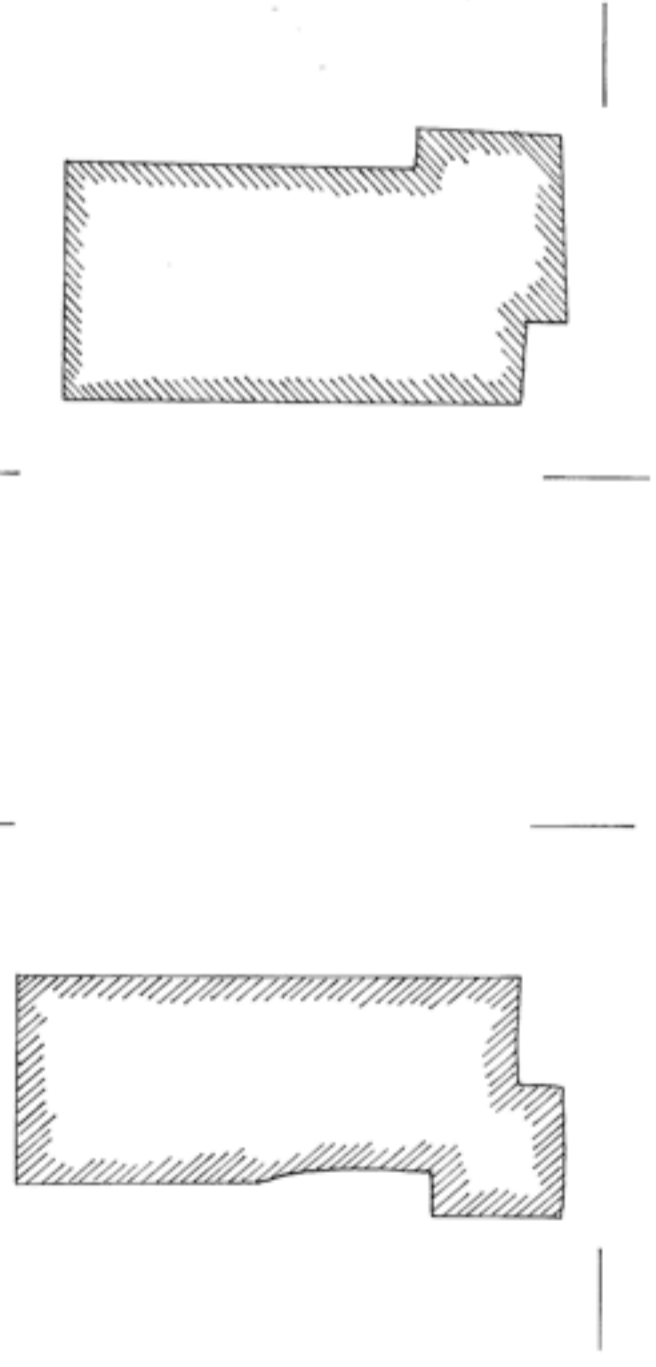
Plansnitt

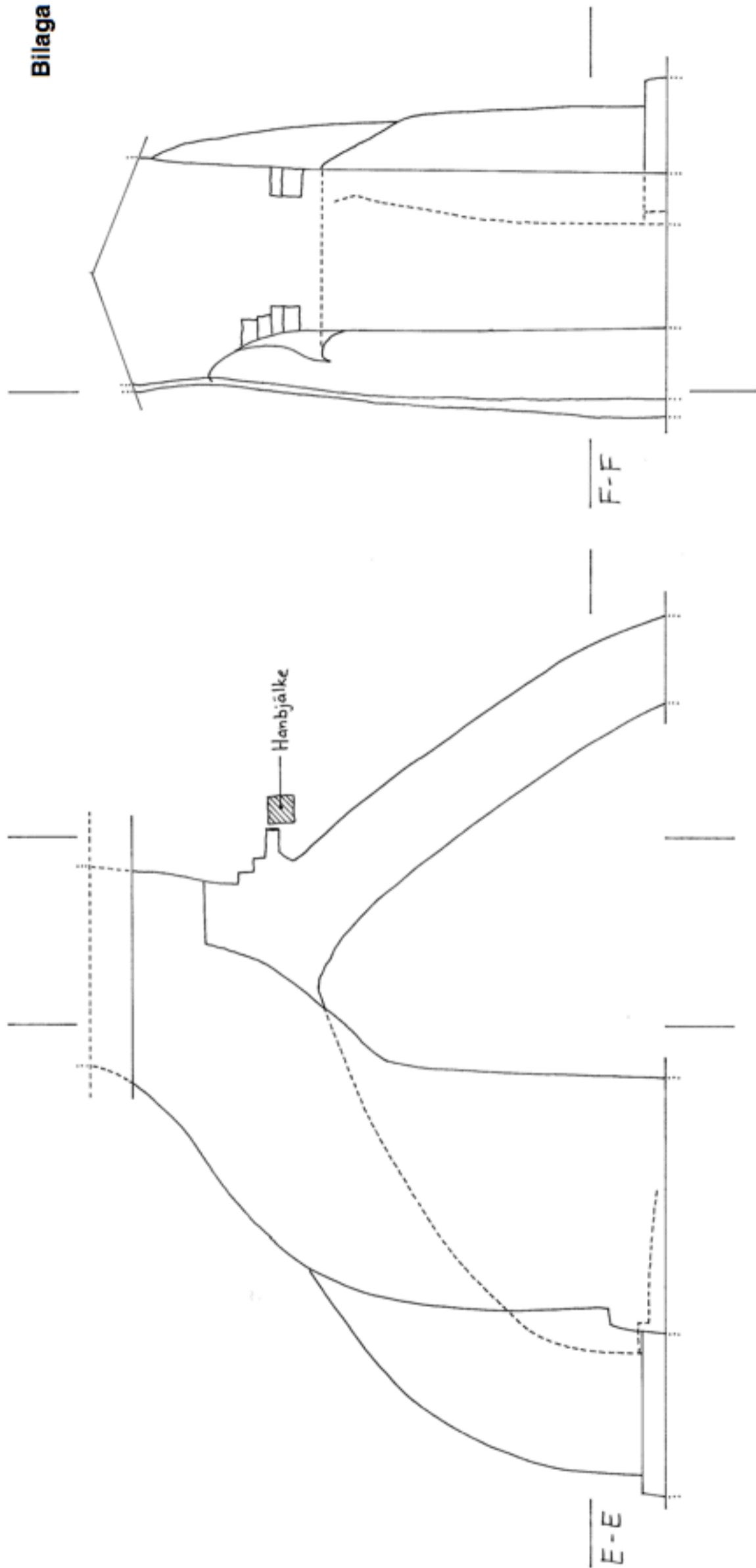
Uppmått i skala 1:12,5

(Utskrift i A3 ger skala 1:25)

Gjuthuset, Östra vallgatan  
Karlsborgs fästning

Malena Kinberg, BHP III  
GU, Mariestad  
2011-04-27





Murstock 3

Vy E-E

Vy F-F

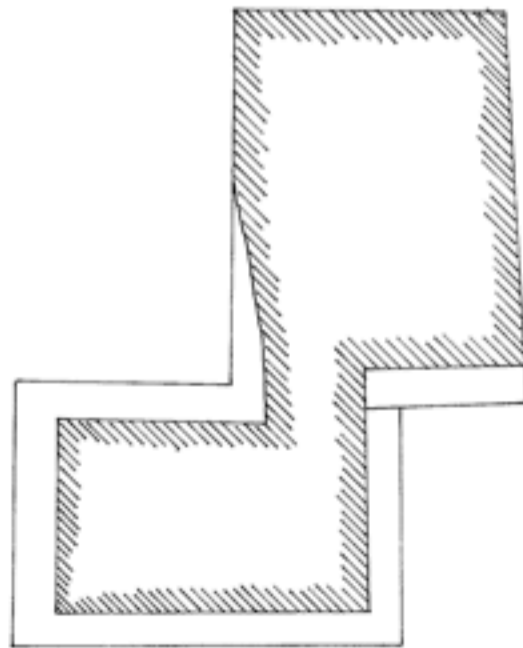
Plansnitt

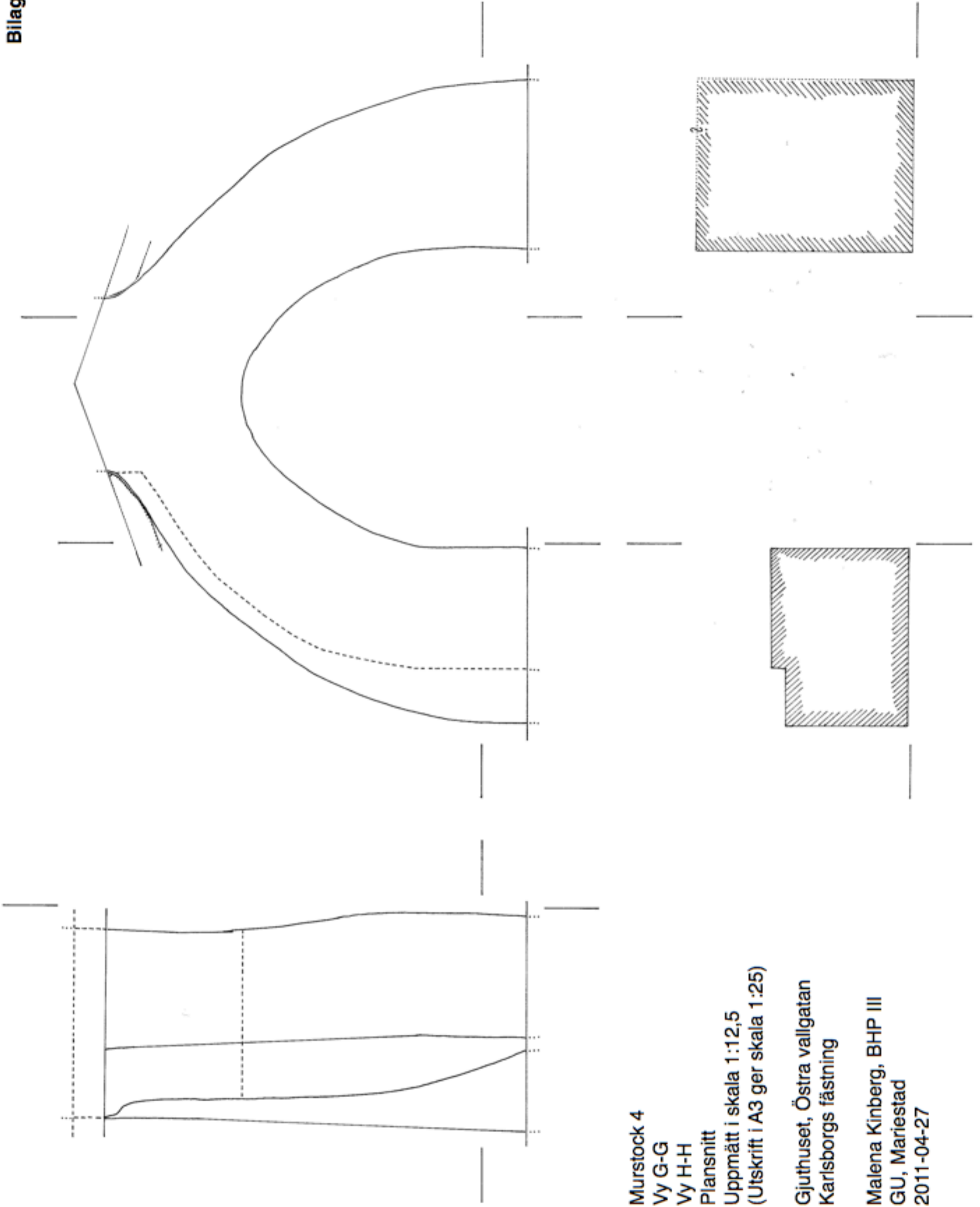
Uppmått i skala 1:12,5

(Utskrift i A3 ger skala 1:25)

Gjuthuset, Östra vallgatan  
Karlsborgs fästning

Malena Kinberg, BHP III  
GU, Mariestad  
2011-04-27





Murstock 4

Vy G-G

Vy H-H

Plansnitt

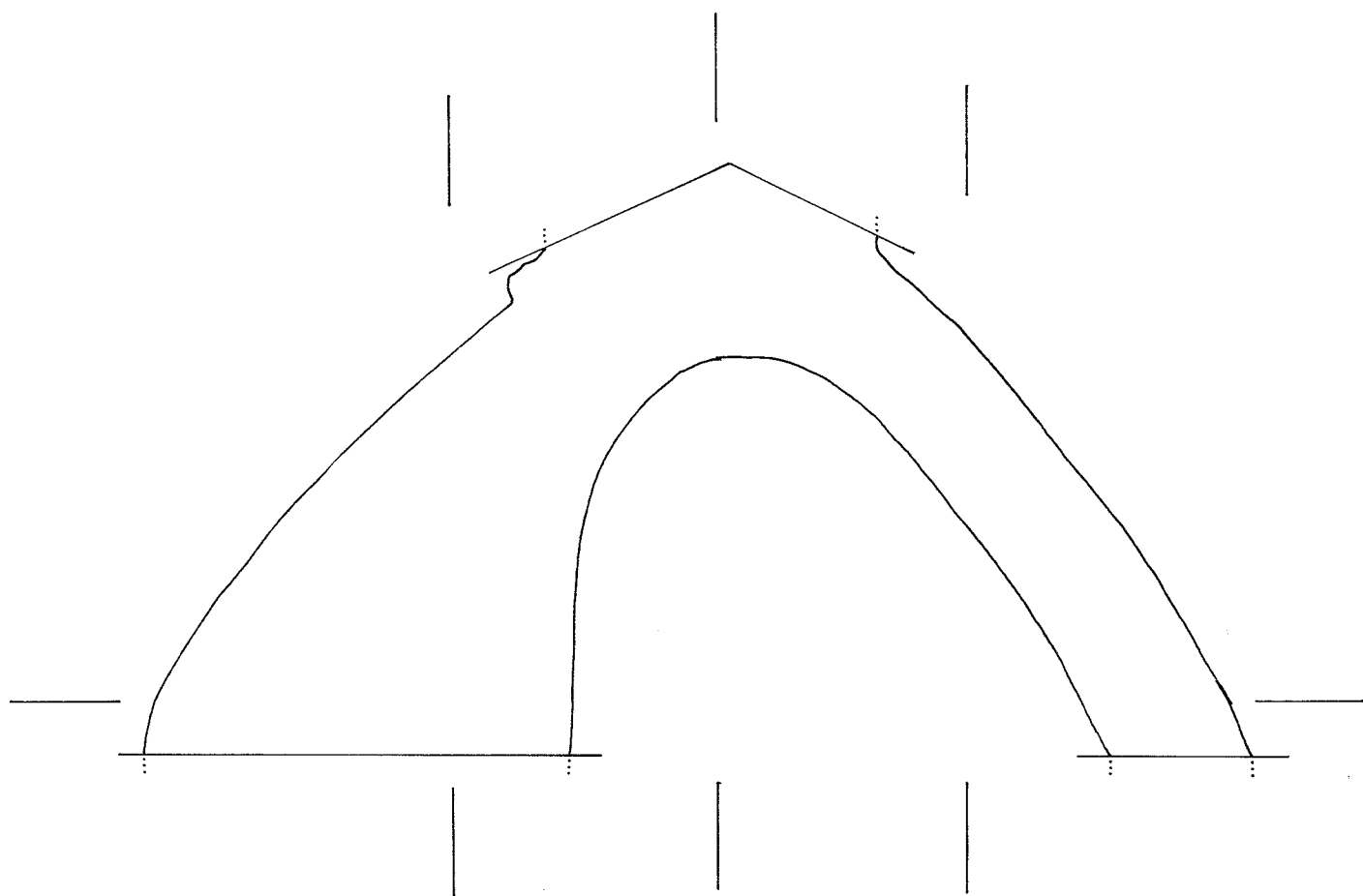
Uppmätt i skala 1:12,5  
(Utskrift i A3 ger skala 1:25)

Gjuthuset, Östra vallgatan  
Karlsborgs fästning

Malena Kinberg, BHP III  
GU, Mariestad

2011-04-27





Murstock 5  
Vy I-I  
Uppmätt i skala 1:20  
(Utskrift i A4 ger skala 1:40)

Gjuthuset, Östra vallgatan  
Karlsborgs fästning

Malena Kinberg, BHP III  
GU, Mariestad  
2011-04-27