

Kalkbränning i fältugn

Tillvägagångssätt vid uppbyggnad och eldning



Maja Bernerman

Uppsats för avläggande av filosofie kandidatexamen i
Kulturvård, Bygghantverk
22,5 hp
Institutionen för kulturvård
Göteborgs universitet

2015

Kalkbränning i fältugn
Tillvägagångssätt vid uppbyggnad och eldning

Författare
Maja Bernerman

Handledare: Jonny Eriksson

Examensarbete, 22,5 hp
Bygghantverksprogrammet
Lå 2014/15

Program in Conservation, Building Crafts
Graduating thesis, 2015

By: Maja Bernerman
Mentor: Jonny Eriksson

Lime burning in a field kiln – procedure of construction and burning

ABSTRACT

A common problem often addressed, within the field of conservation, is the use of plasters and mortars containing cement on old buildings where traditional local lime mortars originally have been used. Documentation thru out the last 50 years has shown that these conventional mortars can affect the building in a negative way. Today production of pure air lime exists but only in the county of Gotland. Natural hydraulic lime from Sweden is however not possible to buy at all on the market.

The literature that I have found about lime burning has mostly been regarding burning in more permanent or industrial ovens. The Swedish literature that contains information of field kiln is limited. The descriptions are very brief or vague and often are deeper analysis, of why a procedure is the way it is, lacking.

This study aims to investigate a field kilns construction and how the burning procedure can be executed. The purpose is that the research can be used as guidance if there is a need or wish to burn local limestone.

First a literature study of the relevant sources is carried out. Then a practical experiment of building and burning limestone in a field kiln is executed. The practical experiment is accounted for in a process description that illustrates and discusses the field kilns construction, approach to heating and observations on how these elements affects each other and the lime burning result.

Title in original language: Kalkbränning i fältugn – Tillvägagångssätt vid uppbyggnad och eldning

Language of text: Swedish

Number of pages: 49

Keywords: Lime burning, field kiln, local lime burning.

Förord

Under min första termin på Bygghantverksprogrammet vid Göteborgs universitet brändes kalk i en fältugn i kursen murteknik 1. Detta blev början på mitt intresse för traditionell framställning av kalkbruk och då jag också insåg vad nyttjandet av cementbaserad puts- och murbruk kunde ha för konsekvenser på äldre byggnader där ett traditionellt bruk ursprungligen använts. Kursen var uppbyggd så att vi skulle få insikt i hela processen med att tillverka bruk. Från att plocka sten, bygga ugn, bränna, släcka och därefter använda bruket. Att få möjlighet att praktiskt utföra hela denna process är få förunnat idag. Så när idén om ett examensarbete om en fältugnsbränning utvecklades kändes det som en inspirerande och kittlande tanke att kunna få bidra till att sprida större kunskap om fältugnen som en del av denna kedja.

Att bygga en fältugn och genomföra en bränning är ett tungt arbete som är svårt att genomföra ensam. Under det praktiska arbetet har jag haft hjälp av ett antal personer, föreningar och företag som har varit delaktiga i olika steg av projektet:

Jolina Åstrand, Martin Åstrand och Peter Eklund som under tre dagar var med och hämtade ved och kalksten. Peter Eklund, Jon Ek och Erik Bergholtz som hjälpte till med uppbyggnaden av fältugnen. Anna Haggärde, Malin Jakobsson, Amanda Alskog, Emil Frick, Emma Jacobson, Martin Åstrand, Jon Ek och Peter Eklund som satt eldvakt när jag behövde vila.

Peter Eklund och Rose-marie Bernerman som lagade mat åt oss hungriga fältugnsarbetare.

Den ideella Föreningen Österängs ångsåg som försåg mig med en bra bränningsplats och support för genomförandet. Detta när hoppet om att utföra en bränning var nära att slockna.

Stiftelsen Grevillis Fond som via Föreningen Österängs Ångsåg bidrog ekonomiskt bl.a. till inköp av matvaror mm. under bränningsdagarna.

Erik Bergholtz (ordförande i Föreningen Österängs ångsåg) som bidrog med sin tid samt öppnade upp sitt hem för övernattnings och toalettbesök.

Forhems Åkeri som var mycket hjälpsamma med bl.a. transporter och urschaktning av fältugnen.

Hantverkslaboratoriet som finansierade veden och transportererna samt personal vid Göteborgs universitet, framför allt vaktmästare Lasse Larsson och speciellt min handledare Jonny Eriksson.

Under den teoretiska delen av examensarbetet vill jag nämna min syster Linnéa Bernerman som lärde mig Adobe Illustrator, Joel Bernerman som hjälpte till med Excel samt min mor Rose-marie Bernerman som hjälpte mig med rättstavning och svenska skrivregler.

Ett stort tack till Er allihopa, utan Er hade inte detta arbete kunnat utföras

Mariestad, den 24 Maj 2015

Maja Bernerman

Innehållsförteckning

1. Inledning	9
1.1. Bakgrund.....	9
1.2. Problemformulering	9
1.3. Syfte	10
1.4. Metod	10
1.5. Avgränsningar	11
1.6. Frågeställningar.....	11
1.7. Begreppsförklaring och definition	11
1.8. Tidigare forskning	13
2. Litteraturstudie	15
2.1. Inledning	15
2.1.1. <i>Presentation och källkritik av författare som ingår i litteraturstudien</i>	<i>15</i>
2.2. Hur och var placeras fältugnen.....	16
2.3. Hur konstrueras basen och dess s.k. tak och front i en fältugn	17
2.4. Hur går packningsförfarandet till	18
2.5. Hur och med vilket material täcktes fältugnen.....	18
2.6. På vilket sätt eldas fältugnen och vilken typ av ved används.....	19
2.7. Hur avgör man när bränningen är färdig	19
2.8. Diskussion litteraturstudie.....	20
2.9. Delresultat - litteraturstudie.....	22
3. Praktiskt genomförande - Processbeskrivning	23
3.1. Inledning	23
3.1.1. <i>Redogörelse för val av den utvalda fältugnens konstruktion och eldning. 23</i>	<i>23</i>
3.1.2. <i>Kort redogörelse för förberedelser inför kalkbränningen.....</i>	<i>23</i>
3.1.3. <i>Ordlista</i>	<i>24</i>
3.2. Placering av fältugnen	25
3.3. Uppbyggnad av fältugnens bas	25
3.4. Uppbyggnad av tak och front	28
3.5. Packning och täckning av ugnen.....	29
3.6. Tillvägagångssätt vid eldning.....	32
3.7. Utplockning av fältugnen	36
3.8. Diskussion och Resultat	37
4. Avslutning	42
4.1. Slutsats.....	42
4.2. Sammanfattning.....	43
5. Käll- och litteraturförteckning	44

Bilagor

Bil.1 Generell beskrivning av kalkbruks hårdnande och släcknings metoder

Bil.2 Diagram

1. Inledning

1.1. Bakgrund

I Sverige började kalkbruk användas i samband med kristendomens kyrkobyggen under 1000-talet (*Materialguiden* 2013). Flera fornlämningar och arkeologiska utgrävningar visar att kalkbränning förekommit i anslutning till dessa byggarbetsplatser (Granlund 1963; Hidemark&Holmström 1984). Under senare tid finns det också skrivet hur bönder brände kalk både för eget bruk och extra inkomst (Levander 1944; Gotlandskalk 1987; Åsling 2000; Hidemark&Holmström 1984).

Riksantikvarieämbetet skriver i rapporten *Gotlandskalk* (1987) att kalkbränning till en början skedde i enklare vedeldade milor. Dessa var dock bränslekrävande och under 1800-talet konkurrerades de ut av mer bränslesnåla permanenta ugnar. Den gamla tekniken verkade dock parallellt med de mer och mer effektiva ugnarna.

En bit in på 1900-talet övertogs bränning i kalkmila och fältugn helt av mer industrialiserade ugnar och runt 50-talet tog cementindustrin successivt över kalkindustrin (Gotlandskalk 1987; Levander 1944; Darphin 2000). På t.ex. Gotland upphörde bränningen av kalk under en period men under 60-talet insågs vikten av att bibehålla en produktion av traditionell bränning.

”...på 60-talet togs initiativ till att säkra en fortsatt produktion av traditionellt bränd och släckt kalk. De byggnadsmaterial som hade ersatt den traditionella kalken hade nämligen haft negativa följder för kyrkorna vid restaureringarna.” (Gotlandskalk 1987, s. 8).

I övriga Sverige konkurrerades kalkindustrin ut av cementindustrin och i dag bränns svensk kalk för försäljning enbart på Gotland av bl.a. företagen Byggnadshyttan kalk AB och Buttlekalk AB. Kalken som bränns i schaktugn har stor renhetsgrad och innehåller 98-99 % kalciumkarbonat (Byggnadshyttan på Gotland; Buttle Kalk AB) vilket ger ett lufthårdnande kalkbruk¹. Bränning av svensk kalk med hydrauliska egenskaper framställs inte för försäljning idag. Detta kan skapa problem vid reparationer av äldre byggnader där ett lokalt tillverkat putsbruk eller murbruk använts.

1.2. Problemformulering

Problematiken kring putslagningar på kulturhistoriskt betydelsefulla byggnader har belysts i olika antikvariska sammanhang. Detta har bl.a. dokumenterats i skriften *Kalk & hantverk för byggnadsvård och nybyggnad* från riksantikvarieämbetet (Sandström Malinowski 2000). Ett av problemen som återkommer i skriftens artiklar är nyttjandet av konventionell cementbaserad puts på fasader där lokal kalk med andra egenskaper ursprungligen använts. Detta visar att bränning av lokal kalk är väsentligt om nutida putslagningar ska vara hållbara och dessutom antikvariskt korrekta.

Den genomsökta svenska litteraturen som behandlar kalkbränning i fältugn är i huvudsak av redogörande och beskrivande karaktär. Denna har varit bristfällig och vissa steg i processen hoppas över. Ofta förklaras inte varför man gör som man gör och med få undantag saknas analyser, resonemang och reflektioner om fältugnens konstruktion och utfall.

1. Kalksten med över 8% lermineraler ger ett hydrauliskt hårdnande bruk. Med lermineraler avses hydrauliska komponenter kisel, aluminium och järn (Johansson 2004) (se bil.1 för en generell beskrivning av kalkbruks hårdnande).

En litteraturstudie skulle klargöra vad som finns beskrivet och vad som saknas i fältugnens konstruktion och tillvägagångssätt. Ett praktiskt genomförande av en kalkbränning i fältugn skulle tydliggöra vissa delar i konstruktion och tillvägagångssätt samt belysa och eventuellt fylla de kunskapsluckor som finns i den genomsökta litteraturen.

1.3. Syfte

Syftet med detta examensarbete är att utifrån en litteraturstudie och ett praktiskt genomförande framställa en detaljerad processbeskrivning över en bränning i en fältugn som utförligt redovisar och förklarar konstruktion, tillvägagångssätt och utfall².

Målsättningen är att där det kan finnas behov av lokalt bränd kalk, exempelvis vid reparationer av kyrkor eller andra kulturhistoriskt värdefulla byggnader, ska processbeskrivningen kunna användas som vägledning vid uppbyggnad av en fältugn. Den ska klargöra viktiga faktorer som kan avgöra utfallet och olika variabler som måste tas hänsyn till.

1.4. Metod

Metoderna i examensarbetet utgörs av en litteraturstudie och ett praktiskt genomförande som sammantaget förväntas generera en detaljerad processbeskrivning av en kalkbränning i fältugn. Metoderna har valts för att det praktiska genomförandet förväntas komplettera litteraturstudien och de beskrivningar som påträffats om fältugnen.

Litteraturstudien genomförs på följande sätt. Ett urval av den genomsökta litteraturen som behandlar och beskriver fältugnen väljs ut och därefter ställs frågorna från kap. 1.6 till litteraturen. I resultatet förväntas det framgå vad som besvaras och vad som inte besvaras. I vissa av frågorna förmodas svaren mindre tillfredsställande och nya frågor kanske uppstår.

Det praktiska genomförandet går i stora drag till på följande sätt. En grävmaskin schaktar ur 2,60m x 2m i en sluttning så att marknivån där ugnen byggs är samma som framför ugnen. Med odlingskalksten från Kinnekulle byggs fältugnens bas och sedan läggs grå kalksten på eldkanalernas tak. Därefter täckes ugnens sidor och baksida med jord. Ugnen eldas i ca tre dagar varefter ugnen får kallna i ett dygn. Den brända kalkstenen packas i lufttäta tunnor och körs till murhuset i Göteborgs universitet i Mariestad för släckning³. Det praktiska genomförandet möjliggör en noggrann dokumentation över uppbyggnad av en fältugn och det bränningsresultat som denna genererar. Därtill förmodas vissa svar och faktorer som inte framkommer i litteraturstudien uppkomma under byggprocessen. Det praktiska genomförandet skall redovisas i en processbeskrivning. En processbeskrivning över en fältugn skulle bidra till kunskapen om dess konstruktion och tillvägagångssätt för att i nästa steg underlätta och möjliggöra bränning av lokal kalk i fler projekt där det ur antikvarisk synpunkt anses viktigt.

Redovisningen av det praktiska genomförandet sker på följande sätt. Varje steg i byggprocessen av fältugnen kommer att fotograferas, dels på bestämda fotografistationer och på "Fri hand". Ett urval av fotografierna omarbetas till illustreringar i Adobe Illustrator. Att bearbeta fotografierna på detta vis kommer att göra konstruktionen tydligare eftersom distraherande omgivning kan väljas bort. Fokus kan då läggas på det som är aktuellt i just det momentet. Tillsammans

2. Med utfall menas, hur stor andel kalk som blir genombränd resp. ogenombränd (Brännings resultat).

3. Släcknings processen innebär i stora drag att vatten tillsätts den brända kalkstenen och kalkhydroxid med innehåll av reaktiva hydrauliska komponenter bildas. (se bil. 1 för en generell beskrivning av släckningsmetoder)

med förklarande och beskrivande text, bilder och illustrationer skapas en detaljerad processbeskrivning av kalkbränning i en fältugn.

1.5. Avgränsningar

- Kalksten och dess olika egenskaper utifrån bränningsteknik, släckning och innehåll av lermineraler förklaras i stort i bil. 1 men den aktuella stenens egenskaper vid denna bränning kommer inte att redogöras för ingående.
- Den fältugn som byggs har inga permanenta delar. Andra typer än den utvalda fältugnen, exempelvis fältugn med valv ovanför eldkanalerna, kommer inte beskrivas närmare.
- Eldningen kommer att diskuteras övergripande. Tillvägagångssättet för just denna fältugn kommer att redovisas, dock kommer inte själva eldningstekniken att undersökas närmare. Träslagets inverkan på temperatur vid eldning kommer inte att diskuteras eller undersökas.
- Bedömning när bränningen är färdig kan göras genom att avläsa eldslågornas utseende eller färg och framförs som metod av vissa källor (Hidemark, Holmström 1984, s 33; Traditionell kalkbränning på Gotland 2012). Eftersom det kräver viss erfarenhet för att avgöra när bränningen är färdig kommer metoden inte att tillämpas vid denna bränning.
- Kunskap om kalkbränning finns hos hembygdsföreningar på bl.a. Gotland och dessutom bränner Högskolan på Gotland kalk i sin undervisning. Skriftlig dokumentation har dock inte hittats och på grund av tidsbrist kan inte en intervjustudie genomföras. Examensarbetet begränsas därför till befintlig litteratur samt material och erfarenheter gjorda i anslutning till undervisningen på mureriinriktningen på bygghantverksprogrammet under kursen murteknik 1.

1.6. Frågeställningar

Med utgångspunkt från syftet, att komma fram till en detaljerad beskrivning av en fältugn, behöver följande frågor undersökas:

- Hur och var placeras fältugnen?
- Hur konstrueras basen (eldkanalerna) och dess sk. tak och front i en fältugn?
- Hur går packningsförfarandet till?
- Hur och med vilket material täcks fältugnen?
- På vilket sätt eldas fältugnen och vilken typ av ved används?
- Hur avgör man när bränningen är färdig

1.7. Begreppsförklaring och definition

Den genomsökta svenska litteraturen från 1800-talet som berör kalkbränning, gör lite olika indelningar av hur kalkbränning går till. Rothstein (2003), Henström (1869) och Stål (1854) gör följande tre indelningar; kalkbränningar i gropar; milor eller i ugnar. Författarnas beskrivningar är snarlika men skiljer sig en aning åt, både i hur utförliga beskrivningarna är och tillvägagångssättet.

Ordet fältugn används inte av ovan nämnda författare utan dyker först upp i Nilsson-Tannér's skildring av *kalkbränning i Lockne* (1966). Där förklaras att fältugnar byggs i en grop vilken grävs fram i en sluttning eller backe varefter ugnen muras upp och eldas med ved. Nilsson-Tannér's beskrivning av fältugnar liknar den som Rothstein (2003) och Stål (1854) benämner ”bränning i grop”. Min tolkning är att Rothstein, Stål och Nilsson-Tannér beskriver en kallmurad provisoriisk ugn, till skillnad från Henström (1869) som beskriver en delvis permanent konstruktion.

Här skiljer sig alltså författarna åt i sin indelning av ugnarna. Det Henström beskriver som ”bränning i grop” förklarar Rothstein som bränning i ”De enklaste ugnar” och inte ”bränning i grop”. Utifrån detta resonemang, blir definitionen av fältugn i detta examensarbete, den provisoriska ugn som Rothstein och Stål beskriver som ”bränning i grop” och det Nils-son-Tannér benämner fältugn. Definitionen frångår alltså Henströms beskrivning av ”bränning i grop”. Kalkmilors konstruktion förklaras inte ingående dock gör Henström (1869) parallell till en fältugn för tegelbränning. Rothstein (2003) och Stål (1854) förklarar, efter beskrivningen av bränning i grop, att i en bränning i en kalkmila packas kalksten och bränsle varvts om varandra. Till detta förfarande ställer sig också Henström. Min tolkning av detta är att författarna menar att en kalkmila konstrueras som ”bränning i gropar” med undantag av bränslematerialet och därav också packningen av milan. Här framgår tydligt att definitionen av en kalkmila har med bränsletypen och själva packningen att göra.

Kalkugnar beskrivs av Rothstein (2003), Henström (1869) och Stål (1854) på flera olika sätt. Rothstein och Henström beskriver flera olika varianter av ugnar med avbruten eldning eller oavbruten eldning. Henström delar in kalkugnar i två typer, bränning i periodisk ugn eller i kontinuerlig ugn. Det som verkar förena dessa ugnar är att de är murade med eldfast sten eller tegelsten och avsedda för flera bränningar eller för permanent bruk.

Definitionerna som gjorts i detta kapitel är min tolkning som gjorts utifrån ovanstående resonemang.

Definition av kalkbränningsugnar

Fältugn

En fältugn kallmuras provisoriskt med två till fem eldkanaler för endast en bränning. Den byggs oftast i en grop i en backsluttning och eldas med ved. En fältugns form är i basen rektangulär och rundas av upptill.



*Figur 1. En fältugn med fem eldkanaler.
Foto: Herbert Persson/Jamtlis fotosamlingar*

Kalkmila

En kalkmila kan byggas för en eller flera bränningar. Kalkmilan och fältugnen kan ha många likheter i konstruktion och form. Det som skiljer dem åt är bränsletypen och därav också packningsförfarandet, dvs. under iläggningen varvas kalksten och bränsle. En kalkmila eldas med alunskiffer, torv eller kol.

Kalkugn

En helt eller delvis permanent ugn som muras med eldfast sten eller eldfast tegel. Den kan ha olika former, storlekar och konstruktioner. En typ av enkel kalkugn anläggs i backsluttningar. En grop grävs ut och dess bakre del och sidor muras upp med exempelvis gråsten och lerbruk. Höjden på denna typ av fältugn kunde vara mellan 10-15 fot hög. Andra enklare ugnar kan anläggas i anslutning till byggarbetsplatser för att sedan rivas när bygget är färdigt medan de mer permanenta konstruktionerna anlades i anslutning till kalkindustrin. Ringugn och schaktugn är exempel på kalkugnar som upprättades runt 1850-talet och framåt.

Det finns litteratur som skiljer sig från denna tolkning, bland annat i minnesskriften *Mellersta Sveriges kalkbruks centralförening åren 1911-1940*. Där beskrivs att bränning i Skaraborgs län sker i så kallade fältugnar. Vid vidare läsning beskrivs det att *"Ugnarna beskickas med brännskeffer och kalksten respektive orsten i omväxlande skikt eller floar"* (s 18). Enligt min definition skulle detta inte kallas för fältugn utan för en kalkmila. Med detta exempel vill jag visa på hur benämningen av kalkbränning i litteraturen skiljer sig åt.

1.8. Tidigare forskning

Olika projekt rörande bränning av lokal kalk har under de senaste 15 åren genomförts i samarbete med riksantikvarieämbetet, Svenska kyrkan, läns- och regionmuseer, universitet/högskola och hantverkare. Många av dessa projekt beskriver bränning av lokal kalk som en del av det antikvariska arbetet med reparationer på kulturhistoriskt värdefulla byggnader exempelvis Läckö slott (Sandström Malinowski 2012) och Borgholms Slottsruin (Wikerstål 2002). I båda projekten har en schaktugn byggts i anslutning till byggnaden. Schaktugnen vid Borgholms slottsruin beskrivs såhär:

"Ugnen är uppmurad av kalkstensflis i kallmur samt ett inre, cylindriskt schakt av eldfasta tegel. Vid ugnspipans botten finns en eldningsöppning och en bit upp på baksidan en intagsöppning. Kalkugnen avslutas upptill med en svängbar rökhuv av plåt." (Wikerstål 2002, s 34-37)

Litteraturen om kalkbränning i fältugn är dock begränsad och följande författare gör enklare beskrivningar över hur en fältugn byggs Holmberg (1812) Rothstein (2003), Henström (1869), Stål (1854), Nilsson-Tannér (1966), Åsling (2000), Nilsson (2013). Denna litteratur behandlas vidare i "Litteraturstudien" (se kap. 2).

En annan författare, Levander (1944), skriver kort om kalkbränning i Rättvik. Han beskriver och illustrerar hur en enklare kalkugn med valv över eldkanalerna byggs och eldas.

Hidemark, Holmström (1984) skriver också de kort att vid bränning i fältugn *"har man in i våra dagar valt stenen i brottet, sorterat den brutna stenen, bedömt bränningstemperatur och bränningstid med stöd av erfarenhet, stenens utseende, lågornas utseende, rökens färg mm..."* (s. 33)

I filmen *Traditionell kalkbränning på Gotland* (2012) visas hela processen av kalkbränning i en traditionell kalkugn från Buttle. I filmens extramaterial intervjuas Hans Andersson som var initiativtagare till att återuppta bränningen i ugnen 1989. I intervjun berättar han om kalkbränning på Gotland i stort och i detalj om bränningen i ugnen i fråga. Han tar bl.a upp att bränningen är färdig när eldslågornas färg blir blåviolett och därefter bildar en blåviolett dimma som sedan falnar bort. Detta steg i processen visas också i filmen. Därefter plockas en sten upp för att provsläckas.

I Rapporten *Jämtländsk byggnadskalk - erfarenheter från ett kunskapsbyggnadsprojekt* (Persson 2012) beskrivs hur en fältugn byggs och bränns. Bränningen föregås av att ett antal brända och obrända



Figur 2. Fältugn i Åse med fyra eldkanaler. Foto Christina Persson (2012)

fältugnlämningar rekognoseras. Dessutom utförs uppmätningar av två av de obrända fältugnarna av arkeolog Anders Hansson från Jamtli. En av dessa som aldrig kom att eldas är en fältugn i Åse med fyra eldningsgångar (se fig. 2). Se även (Balksten, Persson, Eriksson 2013)

I *Bråk av kalk och sand ur ett hantverkligt perspektiv* (Eriksson 2015, s. 125-137) visas det på schaktugnars effektivitet, mängd genombränd kalk och hur förhållandet mellan ugnarnas bredd och höjd påverkar temperaturen i ugnen och därigenom mängden ogenombränd kalk. På sidan 134 visas en bild på en fyrpipig fältugn i Jämtland som idag är en fornlämning⁴. I slutet av bildtexten står det att *”Ugnskonstruktionen ger en stor värmeavgivningsyta i förhållande till ugnens höjd”*. Kapitlet fortsätter beskriva förhållandet mellan övre och under temperaturer och det gradtal som måste uppnås för att kalken skall bli genombränd, samt hur vedens fukthalt påverkar temperaturhöjningen.

Vid Göteborgs universitet, Bygghantverksprogrammet, inriktning mureri, byggs och bränns varje år kalk i fältugn i kursen murteknik 1 (se fig. 3). Dessa bränningar finns delvis dokumenterade med fotografier och i vissa fall temperaturkurvor. Det finns dock ingen beskrivande text till hur dessa fältugnar byggdes och eldades. Det finns inte heller nedskrivet vilka erfarenheter som gjorts kring dessa bränningar.



Figur 3. Pågående byggnad av en fältugn i kursen murteknik 1 vid Göteborgs universitet. Foto. Jolina Ånstrand (2014)

4. Det är samma fältugn som visas i figur 2

2. Litteraturstudie

2.1. Inledning

Utifrån frågorna i kap. 1.6 skall det i detta kapitel klargöras vad den utvalda litteraturen besvarar och inte besvarar. Varje fråga utgör en rubrik där författarnas svar på frågan redogörs. Därefter följer en diskussion och resultat av de frågor som besvarats och icke besvarats.

2.1.1. Presentation och källkritik av författare som ingår i litteraturstudien

Dessa författare har valts ut för att de bedöms göra tillräckligt goda beskrivningar av hur en fältugn byggs och eldas. Några författare har valts bort för att beskrivningen varit för kort eller är snarlik de som redan valts ut. Andra författare är inte medtagna för att av att de beskriver en annan typ av ugn än den som examensarbete berör.

En av författarna från 1800-talet är Emil Edvard von Rothstein. Han var civilingenjör och arkitekt vid kungliga överintendentsämbetet i Stockholm (Linnström 1961). Dessutom var han lärare och senare professor i husbyggnadslära vid kungliga akademien för de fria konsterna (KulturNav 2015). Han har skrivit byggnadsläran *Allmänna byggnadsläran* (2003) som är en flitigt använd källa inom institutionen för kulturvård vid Göteborgs universitet.. På tio meningar beskrivs kortfattat ”bränning i gropar” som enligt examensarbetets terminologi definieras som fältugnar. I den korta beskrivningen flikar han även in att det är det "*ofullkomligaste sättet*" att bränna kalk på. Om han någonsin har bränt i en fältugn verkar oklart med tanke på hans förhållningssätt och den kortfattade beskrivningen. Han redogör dock mer ingående hur bränning i "de enklaste ugnar" och kalkugnar går till. I avsnittet där han beskriver kalkbränning i "de enklaste ugnar" (s.184) framkommer mer detaljer om dessa typer av ugnars konstruktion. Dessa detaljer, t.ex. de stora frontstenarna, har visat sig vara applicerbara i uppbyggnaden av fältugnar som byggts under Göteborgs universitets regi och för detta examensarbete.

Holmberg J.W (1812) skriver i första hand om tegelbränning men har tillägnat ett antal sidor i boken om kalkbränning. Den ugn han beskriver benämns kalkugn men enligt examensarbetets definition beskriver han en fältugn. I inledningsavsnittet titulerar han sig byggmästare med 30 års erfarenhet. Holmberg är den författaren som skiljer sig från de övriga. I avsnittet om kalkbränning har han avsikten att identifiera vissa förekommande brister och problem under byggnationen av ugnen. Han betonar också vikten av att förbättra konstruktionen.

”Likasom vid tegelbränning på det vanliga sättet mycken både ved, tid och möda onödigt förspiles, så händer detsamma jemväl vid kalkbränning, genom deras okunnighet, som därmed vanligen syselsätta sig, oakadt de länge och ofta haft detta göromål för händer.” (s. 60)

Texten är i vissa avsnitt skriven i "jag" form vilket ger läsaren förståelsen att han deltagit i ett flertal bränningar. Det framkommer också i hans beskrivningar som är mer detaljerade än de andras, främst när det kommer till packningen, täckningen och eldningen av ugnen.

Per Nilsson-Tannér var författare och journalist. På 1930-talet tog han initiativ till att starta bygdegårdsföreningen i Tandsbyn. År 1977 tilldelades han fil. hedersdoktor vid Umeå universitet (Rumar). I skriften *Kalkbränning i Lockne* (1966) sammanställer han uppgifter om kalkbränningsnäringen i Lockne, Jämtland. Här berättar också författarens då 84 årige far en självupplevd fältugnsbränning. Fadern berättar att bränningen utfördes år 1889 och att han då var 7 år gammal. Beskrivningen av ugnen är i vissa delar god och intressant men eftersom han var så ung när han medverkade är det inte omöjligt att fadern kan minnas fel. Källan är därför inte helt tillförlitlig.

Nils G Åsling var utbildad socionom men gjorde karriär inom politiken. Han var bl.a. industriminister under Fälldins regering och han var också engagerad i bondekooperationen (*Nationalencyklopedin* 2015). År 2000 gavs *Kalk och kalkbruk i jämtländska bygder* ut av Alsens hembygdsförening författad av Åsling. Där skildras kalkbergets och kalkbränningens roll för bland annat byggnadskultur och näringsliv genom tiderna i den jämtländska bygden. På sidan 6-7 skrivs det om fältugns konstruktion. Åsling hämtar delvis information om fältugnar från *Kalkbränning i Lockne* (Nilsson-Tannér 1966). Åsling har alltså inte bränt i fältugn själv utan sammanställer tillgänglig information om kalkbränningen i den jämtländska regionen.

Stig Nilsson har varit lärare på Göteborgs universitet, institutionen för kulturvård. Han är timmerman och byggmästare inriktad på bygghantverk och driver egen verksamhet. Han har ett stort engagemang i utbildning som rör byggnadsvårdsfrågor. Under sommaren 2012 genomför han och Käloms byalag en fältugnsbränning. Bränningen sker med ledning av Jonny Eriksson, murare och lektor vid institutionen för kulturvård vid Göteborgs Universitet/Dacapo i Mariestad. Nilsson redogör kort för hur fältugnen byggs och eldas i skriften *Kalkbränning i Kälom sommaren 2012* (Nilsson 2013) Skriften är också faktagranskad och kompletterad av Jonny Eriksson. Eftersom denna källa redogör för en utförd och fotodokumenterad fältugnsbränning är dess tillförlitlighet stor. Dock är texterna som presenteras ihop med bilder kortfattade och sällan förekommer reflektioner eller resonemang.

Jonny Eriksson förekommer inte som författare i litteraturstudien men har, som nämnts ovan, faktagranskat och kompletterat Nilssons (2013) skrift. Han är också handledare för detta examensarbete och används som muntlig källa i kap. 3. I samband med *Bruk av kalk och sand ur ett hantverkligt perspektiv* (2015) och i rapporten *Erfarenheter av bränning och släckning av kinnekullekalksten* (2012) inhämtade han kunskaper om hur en fältugn byggs och bränns. De ovan nämnda källorna behandlar dock inte fältugnen med undantag för en bildtext i *Bruk av kalk och sand ur ett hantverkligt perspektiv* (2015). I Göteborgs universitets regi, med ledning av Eriksson, har tre fältugnsbränningar genomförts och därutöver har Eriksson medverkat i ytterligare två bränningar, vilka Nilsson (2013) och Persson (2012) redogör för. Eftersom han varit aktiv i ett flertal bränningar samt medverkat i de fältstudier Person (2012) rapporterar om, har han samlat på sig betydande erfarenhet och kunskap kring fältugnens konstruktion och tillvägagångssätt vid eldning.

2.2. Hur och var placeras fältugnen

Rothstein skriver att ugnen grävs i fast mark och att botten stensätts (s. 183). Nilsson skriver kort att det med hjälp av traktor schaktas ut i en slänt/sluttning och att marken därefter jämnas till (s. 5,9). Åsling ger en mer detaljerad beskrivning

”Ugnarna i allmänhet placerades i en skärning eller grop i en marksluttning, som helt eller delvis skapats genom sprängning och brytning av den kalksten som skulle brännas.” (s. 6-7).

I Nilsson-Tannérs skrift berättas att:

”En grop grävdes eller sprängdes upp i en bergsluttning till en storlek av c:a 4 x 4 meter, på så sätt att den kom att utgöra tre väggar med en höjd av c:a 1 ¼ meter. Framsidan, varifrån eldningen skulle utföras, var i markplanet och i samma höjd som ugnens botten. Sedan gropens botten gjorts så jämn som möjligt, kunde ugnbygget igångsättas.” (s. 7)

Holmberg berör inte ugnens placering.

2.3. Hur konstrueras basen och dess s.k. tak och front i en fältugn

På sidan 183 skriver Rothstein att utmed hela ugnens djup byggs eldkanaler av större kalksten. Eldkanalerna, som är 30-60 cm höga och breda, övertäcks med "bvalfformigt satt sten" (s. 183). Under stycket där författaren beskriver kalkbränning i "de enklaste ugnar" (s 184) skriver han "Framsidan eller det s. k. ugnbröstet muras med större kalksten eller hällar och tätas väl med lera i fogarna". Under samma stycke beskrivs också att taket byggs med stenar ställda på kant med mellanrum så att elden kan tränga igenom.

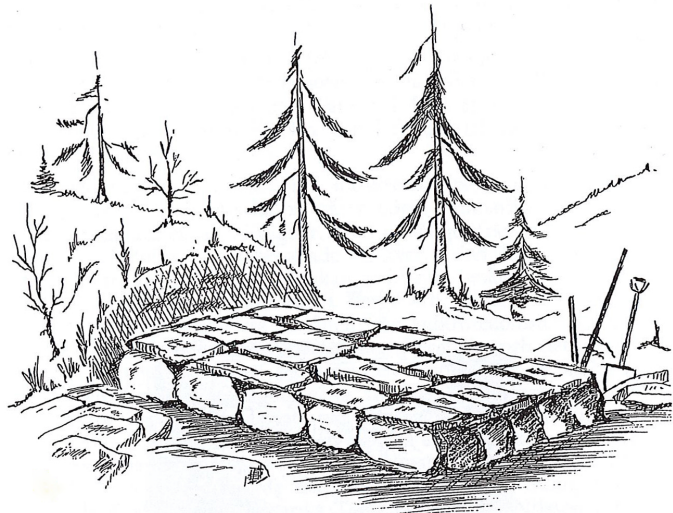


Figur 4. Fältugn med murat valv. Foto: Valter Strömberg/Jamtis fotosamlingar

Holmberg nämner att kalkugnar oftast har mellan två till fem "pipor" och att "Bänkarna [eldkanaler] till en Kalkugn böra icke uppmuras med större Stenar, än en Karl kan lyfta, dock med tjenlig Mursten." (s 61-62). Han fortsätter sedan beskriva hur valvet⁵ över eldkanalerna bör byggas.

Åsling sidan 7 skriver att fältugnarnas storlek varierade men oftast var de mellan 3-5 m i diameter. Med stenhällar byggdes tre till fem kanaler som var ca 3-4 m långa. Dessa täcktes sedan över med stenblock upp till ca 1 m höjd. Bilder från skriften visar att stenhällarna kallmurades upp.

I Nilsson-Tannér's skrift, återberättas att stenen som bildar eldkanalsväggarna ställs på högkant. Stenarna som behövde vara ca 20 cm "tjocka", formades sedan så att dessa blev ca 50 cm höga. "På dessa avbalkningar lades så hällar och stenar av olika form och storlek, så att de bildade ett tak över eldningstrummorna." (s. 7). En illustration av momentet och tillhörande text redogör för hur detta tak lades platta på avbalkningarna (se fig. 5).



Figur 5. "Här har tecknaren åskådliggjort hur de fem piporna murats upp in mot att anschaktat backkrön. Platta hällar bildar "tak" på piporna. Druget fick justeras allteftersom bränningen fortskred" (Nilsson-Tannér 1966, s. 8)

Nilsson visar i text och bild hur flata jämnstora stenar läggs ut i formen av ett versalt E. På så vis bildas två eldkanaler. De kallmuras upp till en höjd av 40 cm och på dessa ställs stenblock på högkant så det bildas ett tak. Nilsson fortsätter skriva att stenblocken kan vara av olika storlekar "men de bör vara så långa att tre stenar täcker ugnens bredd." (s. 10). Placeringen av stenblocken som bildar taket skall vara gles, så att det blir drag i ugnen och för att kalkstenarna högst upp skall bli tillräckligt varma. Fronten beskrivs inte i text men på bilder ses att två större stenar placerats längst fram ovanpå eldkanalsöppningarna.

5. Tillvägagångssätt vid byggnation av valv behandlas inte i detta examensarbete.

2.4. Hur går packningsförfarandet till

Holmberg skriver att man reser upp störrar eller stänger, så långa som ugnens höjd, på ca 2 alnars avstånd. När ugnen sedan tänds brinner dessa störrar upp och bildar dragrör. Runt störrarna fylls sedan ugnen med sönderslagen kalksten. Holmberg påpekar att den skall sönderslås på backen, för om den slås sönder i ugnen, *"blifver den för tätt sammanpackad och derutaf swårare att bränna"* (s. 61). Närmast och på taket läggs större sten, ungefär så stora som ett "kannmått", och ju högre upp man kommer, läggs mindre och mindre sten tills de är av samma storlek som ett "gåsägg". När ugnen uppnått en höjd av *"en till halfannan Alns Råga"* (s. 62) är den färdigsatt. Då tar man den småsten som blivit över när kalkstenen slogs sönder och lägger ovanpå. Holmberg avslutar med att påpeka att vid piporna, där värmen är som starkast, bör stenen vara störst och minst där ugnen är som kallast.

I Nilsson-Tannérs skildring berättas att på taket lades först grövre sten och sedan något mindre stenar tills höjden blev ca 1 ¼ m. För att reglera draget med så liten värmeförlust som möjligt lades mindre stenar överst. Han anger att fältugnen får formen av ett halvklot.

Åsling skriver kortfattat på sidan 7 att *"Närmast kanalerna lades större sten och sedan mindre sten på ett sätt att draget i ugnen blev maximalt."*

Nilsson skriver att mindre sten läggs ovanpå taket och att de inte bör vara för små då det blir för tätt packat. Han poängterar att *"det måste vara drag så att elden går igenom hela ugnen."* (s. 13)

Rothstein skriver kort att man slår sönder kalksten och fyller ugnen till 2-3 m höjd. Han beskriver dock återigen under "de enklaste ugnar" (s. 184) att de större stenarna placeras närmast eldkanalerna och de mindre överst.

2.5. Hur och med vilket material täcktes fältugnen

Rothstein skriver att ugnen täcks med ett tjockt lager av lera och sand som man gör små öppningar i för luftdraget.

Holmberg förklarar mer ingående hur den så kallade "rappningen" [täckning] går till. Man kan använda sig av lerbruk eller av kalkbruk. I det sistnämnda fallet skall det helst vara kalkbruk utan sandblandning, för när ugnen sedan kallnar faller kalkbruket lättare sönder och *"blifver sedan lika så god Kalk som förut, då man alsintet deraf mistat."* (s. 62). Till skillnad från lerbruket behöver man inte plocka av kalkbruket från de brända stenarna. Han förklarar att han alltid väntat med att rappa ugnen tills den tänts och elden visats sig på toppen. Om man rappar innan ugnen tänts, tar det längre tid *"...att få upp Elden ofwanpå"* (s. 62). Där elden uppkommer drages ett lager av rappningsbruket. Han påpekar att det inte behövs ett tjockt lager men att det måste vara tätt och att rappningen inte bör påstrykas fortare än att elden uppkommer. Rappningen sker inte ovanpå dragrören. Där placeras de lösa stenar som läggs på där elden är som starkast och tas bort där den är som svagast. Han förklarar att *"På detta sätt bör Ugnen öfverallt hållas i lika Wärme."* (s. 63).

Nilsson beskriver hur 2/3 av fältugnen täcks med jord för att isolera sidorna och för att *"styra elden så att hela ugnen bränns"* (s. 16).

Nilsson-Tannér och Åsling nämner inget täckningsmaterial.

2.6. På vilket sätt eldas fältugnen och vilken typ av ved används

Rothstein skriver på sidan 183 att bränningen sker med ved och tar tre-fyra dagar, samt på sidan 188 där han specificerar att bränningen varar 36-60 timmar *”ju mindre sten, ju fortare sker bränningen”*. Till en början eldas det lugnt, sedan starkare. Den hydrauliska kalken måste eldas mer försiktigt än den rena luftkalken eftersom den lättare ”dödbräns”. Å andra sidan får temperaturen inte bli alltför låg då stenarna inte blir genombrända och får en hård obränd kärna i mitten. Han påpekar att det är bra att bygga ugnen i lä alternativt bygga en skärm eller dylikt vid eldstadsöppningarna. Han förklarar att om vinden träffar eldstadsöppningarna drivs eldslågorna bakåt i ugnen vilket gör att endast den bakre stenen blir genombränd.

Holmberg skriver att man bör ha torr ved som är huggen året innan. Den bör minst vara 3 alnar lång. Om veden är grövre håller den längre men han påpekar att det kan vara bra att ha lite mindre ved att blanda med. När eldningen är igång skall piporna hela tiden hållas fulla. När veden brunnit ner så mycket att ny ved får plats skall det åter fyllas på. Piporna ska hela tiden stå i full brand. Dessa blir efterhand fulla med kol och behöver rakas ur. En pipa i taget rakas ur och därefter fylls det snabbt på med ved innan man går vidare till nästa pipa.

Nilsson-Tannérns far berättar att ved om 5-7 m klövs och lades ut över sommaren för att torka och han uppskattar att det gick åt mellan 30 m³ till 50 m³. Själva tändningen av fältugnen beskrivs som följer:

”In i samtliga eldningstrummor förde far in en grov torrfura så långt, att det tog stopp i bakre gropväggen. Så klöv han fet furuved i långa, smala strimlor och lade dem på sidorna av den grova stocken. Fetveden lade han in i alla fem trummornas främre del och tände sedan på alltsammans. Allt eftersom elden tog sig, förde han fetveden längre och längre in, och rätt snabbt var det full fyr i hela de fem trummornas längd. Så var bränningsproceduren påbörjad, och den skulle fortgå utan avbrott i fem till sju dagar och nätter” (s. 8).

Åsling beskriver också hur veden kapades och klövs för att sedan torka under högsommaren. På vissa gårdar kördes veden direkt till bränningsplatsen där den fick torka. Bränningen pågick dygnet runt med lång torrved under några dygn. I större ugnar kunde bränningen pågå i nästan en vecka.

Nilsson skriver att vedåtgången för deras ugn som hade två eldningskanaler var ca 8 m³. Eldningsförfarandet beskrivs inte i text men på bilder ser man att det eldas med ca 1 m ved och med fyllda eldkanalsöppningar. Fältugnen eldades i tre dygn och författaren varnar för att det blir extremt varmt när eldkanalerna rakas ur.

2.7. Hur avgör man när bränningen är färdig

Rothstein skriver att under de första sex till tolv eldningstimmar ryker en tjock rök. Lågorna som sedan slår ut från toppen av ugnen:

”är först mörkröd, sedan violett, blå och till slut nästan vit. Att stenen är bränd, ser man på liksom fosforiska gnistor, hvilka hastigt uppstiga ur ugnen och lika hastigt försvinna samt derpå, att ett hvitt doft af kalkmjöl lägger sig ofvanpå ugnen. Hvitglödgningsshettan underhålles efter olika omständigheter längre eller kortare tid, hvarefter elden minskas, eldhålen stängas och ugnen småningom får afvalna, då kalken uttages...” (s. 188).

Rothstein fortsätter beskriva att vid uttagningen av kalken är det viktigt att sortera bort de

ogenombrända stenarna. De urskiljs genom att man slår med en hammare på stenen varvid ett klingande ljud framträder. Detta klingande ljud hörs inte om stenen är genombränd.

Holmberg menar att ugnen är färdigbränd när den sjunker 2-3 ”kvarter”. Hur mycket den sjunker avgörs av stenens hårdare eller lösare beskaffenhet. För att kontrollera om ugnen är färdigbränd plockas stenar ut från toppen och doppas i vatten för att se om de helt faller sönder. Om de gör det upphör bränningen och pipor samt dragrör muras igen så att ugnen svalnar långsamt. Han påpekar att det är lika skadligt att bränna kalken för mycket som för lite. I det första fallet förstörs kalken och i det sista resulterar det i en obränd kärna som riskerar att göra kalkbruket grov och grusig.

Nilsson-Tannér skriver att *”hela ugnen lyste bländande röd och små gula lågor hoppade mellan stenarna.”* (s.9). Han fortsätter berätta att de undre lagren och eldningstrummorna var vitglödgade men det framgår inte tydligt för hur man avgör när ugnen är färdig.

Åsling skriver kortfattat att ugnen är rödglödgd under processen och att *”Kalken föll ut i form av vita, knytnävsstora bitar.”* (s. 7).

Nilsson skriver också han kortfattat samt visar på bild hur stenarna mellan de övre lagret börjar vitna. Han uppskattar då att temperaturen är mellan 800°-900°.

2.8. Diskussion litteraturstudie

Fältugnens placering beskrivs av samtliga författare att den byggs i en sluttning sedan avviker beskrivningarna en aning. Vad som tydliggörs är att det till viss del är förutsättningarna som styr. Vad som verkar vara viktigt att tänka på är att marken ska vara fast. Ingen författare ger dock en förklaring till detta. Emellertid hittas svar på varför placeringen i en backsluttning är att föredra. Under stycket där Rothstein beskriver ”de enklaste ugnar” (s. 184), nämns att om kalkugnen byggs i en backsluttning underlättas insättning av kalkstenen och att jordmassorna hjälper till att behålla värmen i ugnen. Detta bör också gälla för fältugnen.

På frågan **hur basen och dess s.k. tak och front konstrueras i en fältugn** skiljer sig litteraturen en aning särskilt angående takets utformning. Genom bilder och text klargörs att det byggdes mellan två till fem kanaler. Flera författare och bilder visar att kanalväggarna kallmurades på ”plattan”. Dock återger Nilsson-Tannér att stora stenar (20 cm ”tjock” x 50 cm hög) ställs på högkant. Att författarna skiljer sig åt kan bero på vilken typ av sten som fanns tillgänglig. Fanns inte den nämnda storleken så kallmurades kanalväggen upp. Längden och höjden på kanalväggarna skiljer sig också i författarnas redogörelser. En möjlig orsak kan vara fältugnars varierande storlek.

Två av författarna, Rothstein och Holmberg, skriver om valv som takkonstruktion. Åsling beskriver inte taket alls medan illustrationen vid Nilsson-Tannérs text visar att man lägger sten på plattan ovanpå eldkanalväggarna (Se fig. 3). Det sistnämnda tillvägagångssättet motsätter sig Nilsson och menar att det blir *”...för kelent drag i ugnen.”* (s. 12) om man placerar stenblock liggande. Han menar att sten skall ställas glest på högkant så det blir drag, så att hela ugnen blir varm. Detta förfarande verkar mer rimligt eftersom eldslågorna dessutom borde få det svårare att slå igenom hela ugnen om stenblock läggs på plattan. Detta förfarande redogör Rothstein för under stycket ”de enklaste ugnar” (s. 184) och borde kunna tillämpas på fältugnen också. I Nilsson-Tannérs återberättning sägs inte direkt att de läggs på plattan, utan det är illustrationen med tillhörande text som redogör för detta. En möjlighet kan vara att tecknaren har missförstått detta moment.

Fältugnens front beskrivs inte av någon författare i text. I Nilssons skrift visas bilder på fältugnen där två större stenar har placerats längst fram ovanpå eldkanalsöppningarna. Dock omnämner Rothstein dessa stenar i stycket där han beskriver ”de enklaste ugnar” (s. 184). Frontens konstruktionen beskrivs alltså otillräckligt och behöver utvecklas mer.

Under frågan **hur packningsförfarandet går till** klargörs ett tillvägagångssätt. Större sten placeras närmast taket och mindre och mindre sten läggs in ju högre upp man kommer. Samtliga författare, med undantag för Rothstein som inte belyser denna del, menar att denna åtgärd görs för att draget skall bli bättre. Holmberg är den som tydligast redogör för hur detta skall utföras. Han beskriver storleken på stenen och påpekar att den större stenen skall placeras längst ner där ugnen är som varmast. Han beskriver dock inte varför det är bra att göra så här. Indirekt kan man förstå att det tar längre tid för stenen att bli genombränd om den är större och att den av detta skäl placeras längre ner i ugnen. Holmberg skiljer sig dock på det viset att han använder sig av ”dragstockar”. Rothstein nämner användandet av dragstockar fast i sina beskrivningar av kalkugnar men inte i fältugnstypen. Höjden på fältugnen beskrivs av tre författare. Nilsson skriver att den är 1/4 m hög, Holmberg att den är ”*en till halvannan Alns Råga*”⁶ (s.62) hög, och Rothstein skriver att den är mellan 2-3 m hög. Här avviker Rothstein tydligt från de andra två författarna.

Under frågan **Hur och med vilket material fältugnen täcktes** anges av Rothstein och Holmberg lerbruk användes och att små öppningar lämnas för draget. Holmberg förespråkar dock att man använder kalkbruk och att man avvaktar med täckningen tills efter ugnen tänts. Detta förfarande är intressant eftersom övrig genomsökt litteratur inte nämner detta tillvägagångssätt. Nilsson beskriver att jord används som täckningsmaterial och ger förklaringen att den hjälper till att hålla värmen i ugnen. Nilsson är den enda av ovanstående författare som nämner att täckningsmaterialet hjälper till att isolera. Rothstein belyser dock detta under stycket ”de enklaste ugnar” (s. 184).

Under frågan **på vilket sätt fältugnen eldas och vilken typ av ved som används** påpekar flera av författarna att veden skall vara torr och lång. Hur lång den skall vara är det endast Holmberg och Nilsson som preciserar. Enligt Holmberg ska den vara 3 alnar, ju grövre desto bättre och Nilsson anger 1 m. Dock ges ingen förklaring på varför veden skall vara torr och lång. Holmberg beskriver till skillnad från de övriga hur själva eldningssättet genomförs. Återigen saknas dock en förklaring till varför tillvägagångssättet är som det är. Rothstein tar upp vikten av att inte under- eller överbränna kalkstenen samt skillnaden mellan hydraulisk och ren kalksten i förhållande till temperatur. Detta är något som är bra att vara medveten om under eldning i fältugn, då kalkstensens specifika egenskaper påverkas av temperaturen. Ugnen skall enligt flera av författarna eldas i tre till fyra dygn, men i Nilsson-Tannérs fall eldades fältugnen i fem till sju dagar. Möjligtvis kan detta ha med hur stor ugn som byggdes eller vilket typ av täckmaterial som användes. I Nilsson-Tannérs beskrivning anges inte att täckningsmaterial används, kanske kan detta vara anledningen till att den eldas i fler dagar.

Man verkar kunna **avgöra att bränningen är färdig** när kalkstenen vitnar. Rothsteins beskrivning om hur ett vitt doft av kalkmjöl lägger sig ovanpå ugnen och hur den så kallade vitglödningshettan underhålls, borde ge en god bild av hur ugnen ser ut när den närmar sig slutpunkten. Dock kan detta vara svårt att avgöra om man aldrig eldat en fältugn eller liknande tidigare. Holmberg skiljer sig återigen från de övriga författarna och skriver att hela ugnen sjunker 2-3 ”kvarter”. Dock fodrar detta sätt att man har mätt upp fältugnens höjd ordentligt

6. *En till halvannan alns råga*, beräknas vara ca 1 m högt.

så man kan avgöra hur mycket den sjunkit. Han fortsätter skriva att stenar från toppen plockas ut och släcks, för att kontrollera om ugnen är färdig. Detta sätt borde vara en åtgärd som ger en god indikation på att ugnen är färdig. Nilsson beskriver kort om hur kalkstenens färg börjar vitna och att man genom denna färg kan avgöra temperaturen. Dock kan detta sätt att tolka temperaturen på vara mycket svårt om man aldrig eldat en fältugn och inte har några tidigare referenser.

2.9. Delresultat - litteraturstudie

Litteraturstudien ger svar på vissa delar av fältugnens konstruktion och eldning. Vad som saknas är mer detaljerade beskrivningar och varför vissa förfaranden är som de är.

De svar man får ut av litteraturstudien är följande:

- Fältugnen byggs i en sluttning på fast mark.
- Eldkanalsväggarna kallmuras upp alternativt ställs på högkant (om tillgång på sten med passande storlek finns att tillgå) till en höjd och bredd av ca 40-60 cm.
- Fältugnen byggs med två till fem eldkanaler.
- Framtill, över eldkanalsöppningarna, placeras en större sten.
- Taket byggs genom att sten ställs glest ovanpå eldkanalerna på högkant för att det ska bli drag och elden ska slå igenom hela ugnen.
- Packning av fältugnen sker med större sten närmast taket och mindre sten ju högre upp man kommer för att det ska bli bra drag.
- Täckningsmaterial är lerbruk, kalkbruk eller jord.
- Eldning sker med fulla eldstadsöppningar och fylls på så snart ny ved får plats. Veden är torr och mellan 1 m och 1,8 m lång. Kortare ved kan vara bra att varva med. Nilsson-Tanér skriver att det eldas med furu men de övriga nämner inte träslaget.
- Bränningen är färdig när kalkstenen vitnat samt att släckning av en kalksten genomförts.

Steg i processen som saknas eller beskrivs otillräckligt:

- Varför är det viktigt att fältugnen placeras på fast mark?
- Hur mycket större är gropan än själva fältugnen?
- Hur konstrueras fronten på fältugnen och vad är bra att tänka på?
- Hur glest ställs ”rosterna” och hur får man dom att stå stadigt upp?
- Hur packas ugnen så att det blir bra drag?
- Om jord används som täckningsmaterial, hur mycket behövs och hur tjockt skall jordlagret på sidorna vara?
- Varför eldas det med torr långved och med fulla eldstadsöppningar?
- Vad är bra att tänka på under eldningsprocessen?

3. Praktiskt genomförande - Processbeskrivning

3.1. Inledning

För att ge läsaren en övergripande bild av hur planeringsarbetet ser ut inleds kapitlet med beskrivningar av de beslut och överväganden som ligger till grund för den utvalda fältugnen. I efterföljande kapitel beskrivs och förklaras ingående tillvägagångssättet av fältugnens placering, konstruktion, eldning och utfall. Kapitlet avslutas med ett diskuterande avsnitt som relaterar utförandet med bränningsresultatet och i vissa delar litteraturstudien. Om inget annat anges är illustrationerna gjorda av undertecknad och fotografierna tagna av Jon Ek. Genomförandet sker med handledning av Jonny Eriksson lektor vid Göteborgs universitet.

3.1.1. Redogörelse för val av den utvalda fältugnens konstruktion och eldning.

Enligt litteraturstudien byggs fältugnar i en sluttning och på fast mark. Platsen som här valts ut för uppbyggnad är i en sluttning där berggrunden täckts av ca 1m jord.

Den utvalda fältugnen har två kanaler vars innermått är 160 x 40 x 40 cm. Dessa mått är tagna efter en fältugn som uppmäts under projektet *Jämtländsk byggnadskalk*⁷. Två eldningskanaler är dessutom det minsta antal som den genomsökta litteraturen nämner. Utöver detta belyser Eriksson (2015 s. 132-133) om hur värmefördelningen står i relation till ugnens höjd och bredd. Fler kanaler anges här ge jämnare värmefördelning i ugnen. Från eldningskanalernas tak till fältugnens högsta punkt beräknas måttet bli ca 1 m i höjddled.

Taket på eldningskanalerna utgörs av så kallade roosterstenar (Se kap. 2.8). Packningen av ugnen utförs i enlighet med vad som framkommit i kap. 2.9. Täckningsmaterialet till ugnen består av jord. Jonny Eriksson (muntlig källa) förklarar att jorden omsluter packningsstenarna som till skillnad från lera inte släpper kontakten med stenen. Vid uppvärmning tenderar leran att dra sig ifrån stenen och bilda rökgångar som i sin tur kyler kalkstenen.

Fältugnen kommer i huvudsak att eldas med torr 1-meters ved av blandade träslag. Eldningen påbörjas dock med halvmeters ved för att värmeutvecklingen inledningsvis inte ska bli för häftig. Eldningsförfarandet kommer i stora drag ske enligt Holmbergs (1812) beskrivning (se kap. 2.6).

3.1.2. Kort redogörelse för förberedelser inför kalkbränningen

Arbetsplatsen vid Österängs ångsåg valdes ut för att den uppfyllde kriterier på goda transportmöjligheter, tillgång på el, toalett och lunchutrymme.

Fältugnens bas byggs med kalkodlingssten från Kinnekulle. Under en dag plockas kalksten från odlingsrösen⁸. För att veta att rätt form och mängd sten plockas byggs fältugnens bas provisoriskt upp på plats. Därefter packas stenen på åtta träpallar med vardera tre pallkragar på höjd. Den grå kalkstenen⁹ som ska brännas kommer från Thorsbergs stenhuggeri på Kinnekulle. Även dessa packas på tre pallar med tre pallkragar. All sten hämtas dagen efter med lastbil som kör den till bränningsplatsen vid Österängs ångsåg. Vid bränningar som utförts under Göte-

7. Uppmätts av Anders Hansson, länsmuseet Jämtli

8. På eller i anslutning till jordbruksmark upplagd ansamling av stenar med ursprung i jordbruksdriften (Naturvårdsverket 2014)

9. Kalkstenen är en ortocerkalksten som tagits från täljstenslagret. Av SGU's analyser framkommer att kalk från täljstenslagret har innehåll av kisel, aluminium och järn (Ahmed 1990). Mängden hydrauliska komponenter har förutsättningen att ge hydraulisk kalk motsvarande sub- eller svagt hydralisk kalk.

borgs universitets regi, har det erfarits att den grå kalkstenen vid bränningens inledning kan expandera och spricka sönder vid för hög värmeutveckling. Påpekas bör att alla kalkstensorter inte har reagerar på detta vis. Kalkodlingsstenen har inte uppträtt på detta sätt och därför används den till basen. En annan källa som också belyser detta är Hans Andersson i den inspelade intervjun i filmen *Traditionell kalkbränning på Gotland* (2012).



Figur 6. Här packas veden på pallar för att sedan transporteras med lastbil till Österängs ångsåg. Foto Maja Bernerman

Veden till bränningen inköps från en privatperson som lagrat veden under tak i ca två år. Under tidigare bränningar i kursen murteknik 1, Göteborgs universitet, har vedåtgången varit mellan 8-10 m³. För att inte hamna i en situation där veden tar slut hämtas ca 15 m³. Det kan vara svårt att få tag på torr 1-meters ved och därför bör man vara ute i god tid med beställning av den. Att veden är torr är viktigt av det skälet att vedens fukthalt påverkar temperaturen i ugnen. Ju fuktigare veden är desto svårare blir det att höja temperaturen och därav förlängs bränningen (Eriksson 2015, s. 134).

När uppbyggnaden av ugnen färdigställts etableras arbetsplatsen framför eldkanalsöppningarna. Ett vindskydd byggs med hjälp av hakiställning som ställs upp några meter från eldkanalsöppningarna. Presenningar fästes på dess sidor och plåts läggs ovanpå så ett tak bildas. Under vindskyddet ställs ett arbetsbord där temperaturmätare och diagram placeras (se bil. 1).

3.1.3. Ordlista

- Bakvägg** Det murverk som muras längst bak i fältugnens bas och bildar eldkanalens ende.
- Eldkanal** Utrymmet där veden eldas
- Eldkanalsöppning** Öppningen till eldkanalen
- Frontstena** De stenar som placeras de första 40 cm från framsidan sett, ovanpå mitt- och sidoväggarna.
- Fältugnens bas** Stenarna (odlingsstenar) som bildar eldkanalerna, taket och fronten.
- Fältugnens tak** De stenar (rosterstenarna) som bildar taket ovanför eldkanalerna
- Kilstenar** De stenar som stabiliserar upp murverk samt stöttar upp rosterstenarna.
- Sidovägg** De yttre stenraderna som bildar fältugnens eldkanaler
- Mittvägg** Den stenrad som bildar fältugnens mittersta eldkanalsväggar
- Packningsstenar** De stenar (den grå kalkstenen) som är avsedd för bränning
- Rosterstenar** Avlånga flata stenar som ställs på högkant ovanpå mitt- och sidoväggarna. Dessa bildar fältugnens tak.

3.2. Placering av fältugnen

1) Med grävmaskin görs en urgröpning, ca 1 m hög, 2,6 m bred och 2 m djupt, så att marknivån blir densamma som framför ugnen. Marken runt arbetsplatsen jämnas till och ett lager väggrus läggs i urgröpningen för att ytterligare stabilisera marken där fältugnen ska byggas. Om marken inte är fast nog finns risk för att ugnen vid bränning sjunker ner i marken eftersom vatten avgår från jorden och krymper. För att ge utrymme för uppbyggnaden och dessutom ge tillräcklig plats för ugnens utsidor är urgröpningen är ca 60-80 cm större än yttermättet på själva fältugnen. Stenarna som placeras mot fältugnen utsida tillåts då varierar i storlek och form.



Figur 7. Påbörjad urschaktning. Under några lager jord är det enligt ägaren berggrund och en gammal väg.



Figur 8. Uppmätning av urgröpningen. Foto Erik Bergholtz

3.3. Uppbyggnad av fältugnen bas

1) En 1,60 m lång linje dras i sanden. Detta är innermättet på eldkanelens längd. Flata stora stenar placeras med stenens rakaste och jämnaste kant mot denna linje. Detta för att eldkanalerens väggar ska vara så raka som möjligt då utstickande kanter kan försvåra vedinmatningen vid eldningen (se fig. 10). De största och stabilaste stenarna placeras längst fram vid eldkanalsöppningarna då de stora frontstenarna skall ställas ovanpå dessa. Under eldningen uppkommer små rörelser i ugnen som påverkar ugnens stabilitet och därför byggs konstruktionen fram till så stadig som möjligt. Rörelserna uppkommer dels av att marken som ugnen står på torkas ur och därav sjunker en aning samt att kalkstenen som bränns minskar i volym (Rothstein 2003, s.183, 189). Vid bränning i en fältugn i kursen, murteknik 1, Göteborgs universitet, föll frontstenen framåt och skapade ett tillbud, vilket visar på hur viktigt det är att bygga en stabil grund i fältugnen främre del. En annan åtgärd för att minska risken för



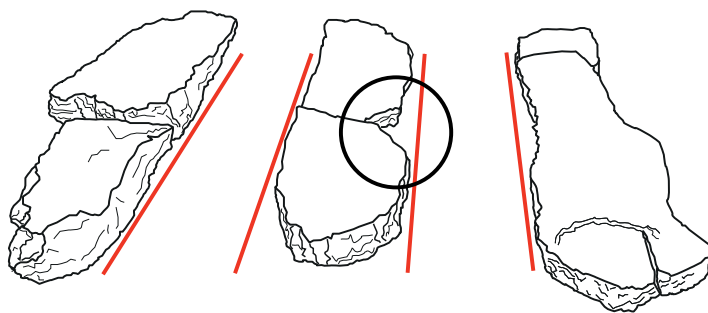
Figur 9. En 160 cm lång linje ristas i sanden.

ras är att lägga de främre stenarna ca 20 cm längre fram än den dragna linjen. Då finns det mer utrymme för frontstenen att kanna framåt på innan den, hypotetiskt sett, skulle falla ner (se fig. 11).

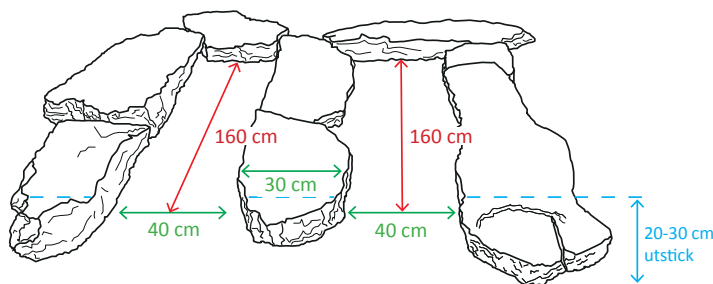
2) När den första raden stenar placerats längs den dragna linjen läggs ca 30 cm breda stenar som skall utgöra mittväggen. Dessa placeras på ett avstånd av 40 cm från den första stenraden och skall ha raka och jämna kanter som vetter mot eldkanalerna (se fig. 10). Därefter läggs den vänstra stenraden. För att underlätta murningen av nästa skift väljs stenar som har ungefär samma höjd (se fig. 11).

3) När alla stenrader placerats ut med det bestämda avståndet läggs passande stenar för bakväggen (se fig.12). Stabiliteten i bakväggen är inte lika viktig som i den främre delen, därför väljs här de stenar som är mindre bra. De flata, jämna och raka stenarna sparas till att bygga mitt- och sidoväggar. Bakväggen får senare i processen stötning och stabilisering av berget och jordmassorna. Om ugnen i värsta fall skulle rasa kommer då ingen människa till skada.

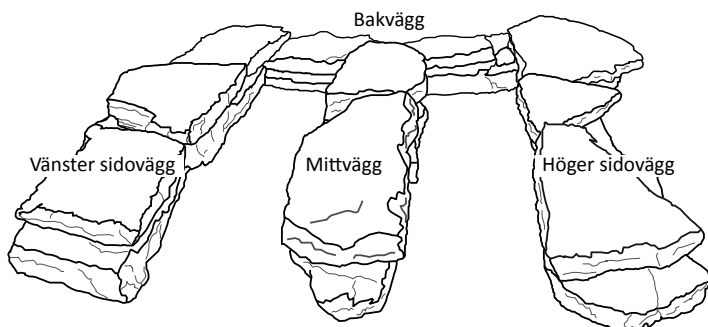
4) Nästa skift påbörjas. Stora, raka, jämna och flata stenar väljs ut till de tre stenraderna. Om det är möjligt läggs stenarna i förband och med så liten skarv som möjligt (se fig. 10). Huvudsaken är dock att konstruktionen blir stabil. Detta steg i processen kan vara något omständligt. Samma sten testas på olika ställen och med andra kombinationer för att i möjligaste mån uppnå de ovan nämnda kriterierna. Det tredje



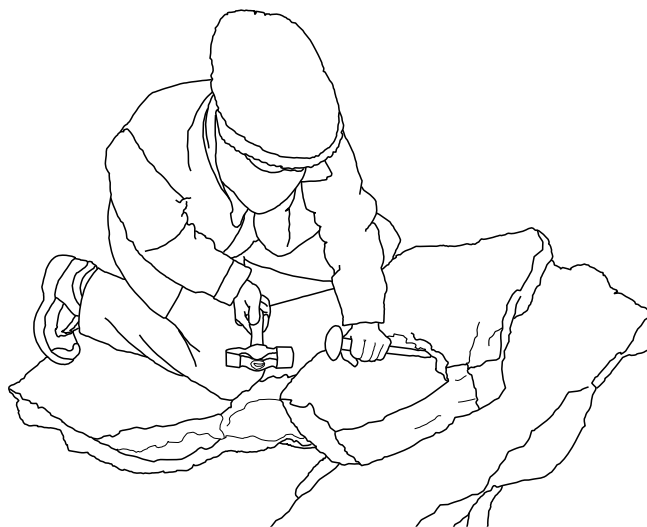
Figur 10. Placera stenarna med den rakaste kanten inåt kanalerna. Om det är svårt att hitta lika breda stenar till mittväggen, placeras den större stenen framför den mindre (Se cirkel). På så sätt försvaras inte vedinmatningen. Djupa skarvar ska överlag undvikas.



Figur 11. Placering av mitt- och sidoväggar utefter de bestämda måtten.



Figur 12. Andra skiftet placeras ut.



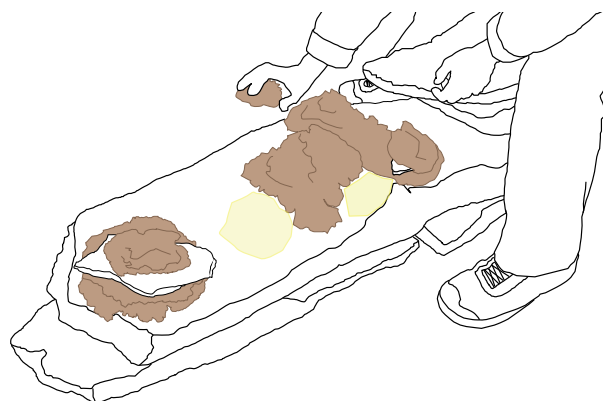
Figur 13. Med mejsel och hammare kan vissa ojämnheter buggas bort så att stenen ligger stabilare. Stenarna har ofta tydliga uppstickande skivor som är lätta att bugga bort. Men var försiktig så att stenen inte knäcks!

skiftet provläggs också en gång innan åtgärderna i punkt fem genomförs.

5) Ojämheter på stenens flat-sidor kan göra att stenen vickar och vobblar. För att göra dessa delar stabila undersöks först stenarnas kontaktytor. Har stenen tydliga höjningar huggs dessa bort med mejsel och hammare (se fig. 13). Sedan testas om stenen ligger stabilt. Om stenen fortfarande vobblar läggs lera och kilsten på de ytor som inte har kontakt med varandra (se fig. 14). Slutligen läggs ovanförliggande sten på plats och trycks till (se fig. 15). Om vissa delar av stenen fortfarande är något instabil pressas ytterligare kilstenar in från sidorna.

6) Det tredje skiftet placeras ut och ovanstående procedur upprepas. För att kontrollera höjden och bredden på eldkanalerna används 40 cm långa brädor som måttstockar. På de områden som stenraderna inte kommer upp i önskad höjd läggs ytterligare stenar på plats (se fig. 16).

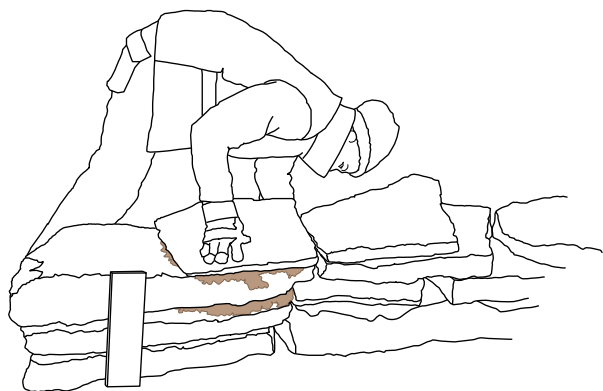
7) Bakmuren byggs upp parallellt med att mitt- och sidoväggarna uppförs. Den avslutas ca 20 cm ovanför väggarna för att fungera som stöd för rosterstenarna (se fig. 17).



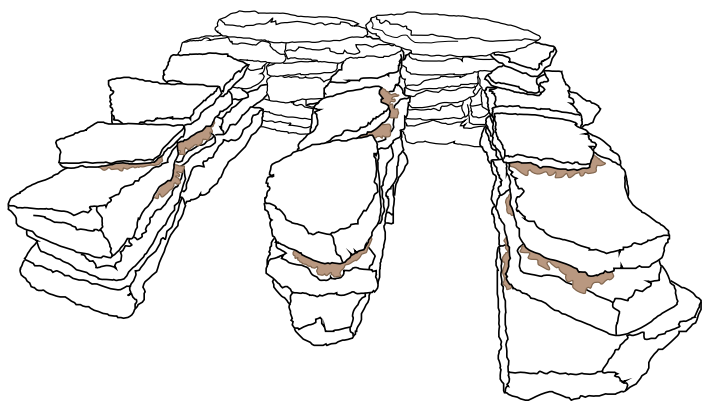
Figur 14. De gula fläckarna markerar höjningar i stenen som ovanliggande sten vilar på. Kilsten bäddas i lera på de områden där stenen har sänkningar och där den ovanliggande stenen inte har någon kontaktyta.



Figur 15. Stenen lyfts upp och trycks till så den ligger stabilt.



Figur 16. Platta stenar läggs på de områden där stenvallen inte är tillräckligt hög.

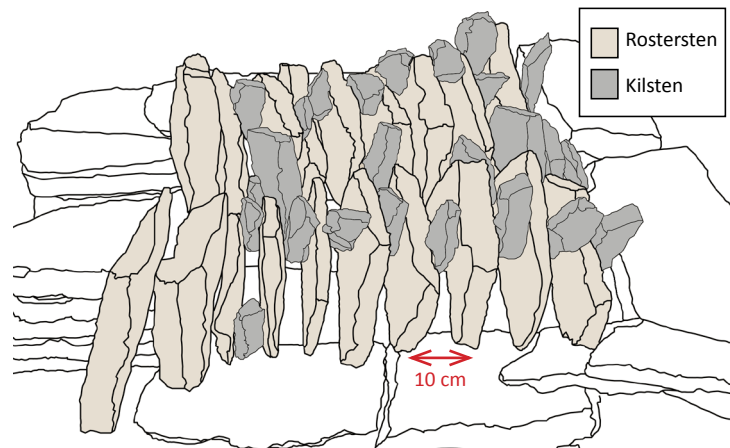


Figur 17. Bakmuren byggs ca 20 cm högre än mitt- och sidoväggarna. Nu har de två eldkanalerna bildats.

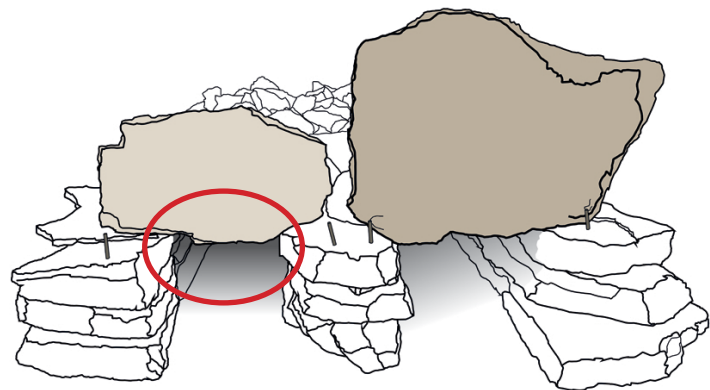
3.4. Uppbyggnad av tak och front

1) Rosterstenar ställs på högkant med början från bakväggen och framåt med ca 10 cm avstånd (se fig. 18). Detta för att det ska bli drag och att eldslågorna ska slå igenom (se kap. 2.8, 2.9). För att vedinmatningen och urrakningen skall fungera smidigt kontrolleras att stenarna inte har några kanter som sticker ner i eldkanalerna (se cirkel fig. 19). Längden på rosterna bör med god marginal översträcka hela eldkanalens bredd så att de inte riskerar att falla ner i eldkanalen. Om det är ont om denna längd på sten, kan man ställa två stenar med kortsidan mot varandra över eldkanalen (Nilsson 2013, s. 10). Detta borde dock medföra en ökad risk för att stenarna faller ner i eldkanalerna. En-till-tre kilstenar sätts mellan rosterstenarna för att stabilisera och få dem att stå rakt upp. Av samma anledning kan ibland något större flata stenar placeras ut på mittväggen mellan rosterraderna. Rosterstenar sätts ut tills ca 40 cm av eldkanalernas längd återstår.

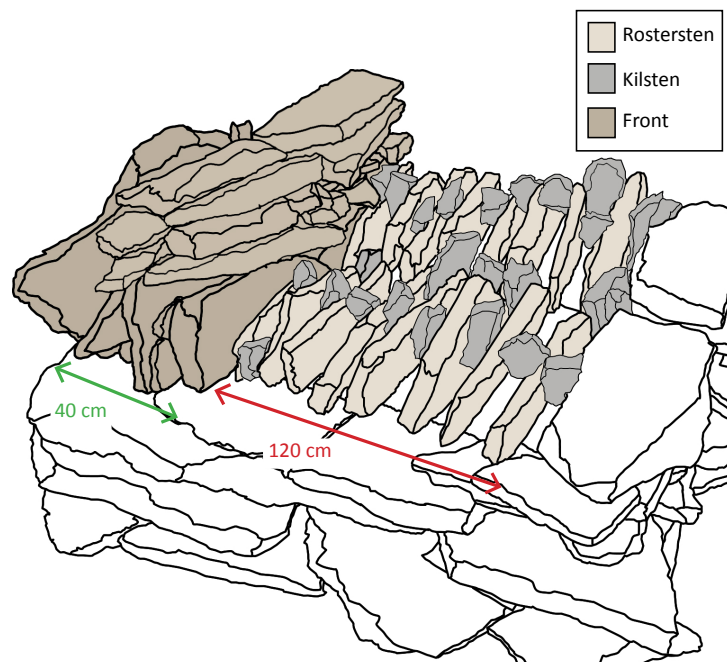
2) Frontstenarnas placering mäts ut 160 cm från bakmuren. Frontstenarnas storlek är betydligt större än de övriga stenarna eftersom dessa ska stå emot den hetta som kommer från ugnen. För att stenar inte ska riskera att kana iväg borrar fyra 2-3 cm djupa hål ovanpå mitt- och sidoväggarna. I hålen trycks ca 10 cm långa stålstänger in. Därefter lyfts den ena frontstenen på plats (se fig. 19). Vid detta moment samarbetar flera personer. En håller kvar frontstenen upprätt på högkant medan andra placerar



Figur 18. Placera rosterna med 10 cm avstånd över eldstadskanalerna och kila fast dem så de står stabilt. Nu framträder fältugnens tak.

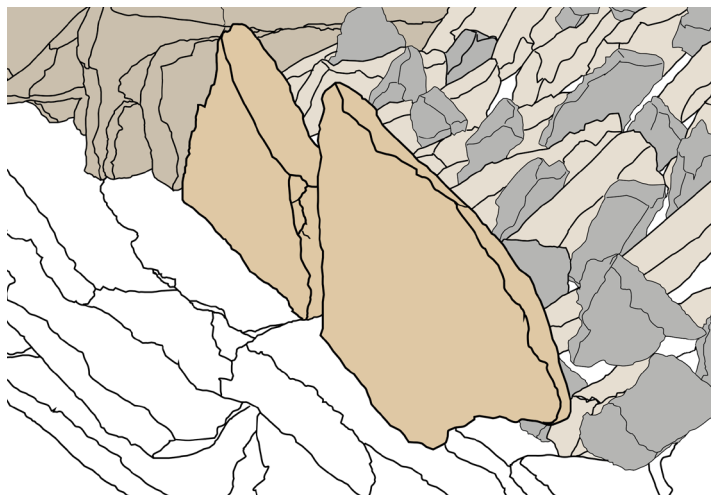


Figur 19. Den bögra frontstenen har kommit på plats och lutar en aning inåt. Stålstänger hindrar stenen från att kana framåt. I cirkeln visas hur rosterstenen buktar ut i eldkanalen. Detta kommer senare vid eldningen försvåra inmatningen av veden.



Figur 20. Frontstenen och de bakomliggande rosterna bildar tillsammans en 40 cm massiv "front". Ovanpå rosterstenarna inom fronten läggs efterhand fler stenar men nu på plattan.

rosterstenar tätt utan mellanrum efter denna. Frontstenen och dessa roster bildar tillsammans ett ca 40 cm massivt tak (se fig. 20). Denna del av konstruktionen har utarbetats, efter erfarenheter av bränningar vid Göteborgs universitet, för att skydda mot den höga strålningsvärmens från ugnen. Värmen framför ugnen gör att arbetet med inmatningen av veden blir mycket ansträngande. När rosterna bakom frontstenen samt de tidigare lagda rosterna byggs ihop och håller samman, kan frontstenen släppas. Frontstenen bör luta en aning inåt ugnen för att den inte ska falla framåt. Därefter upprepas samma procedur över den andra eldkanal.



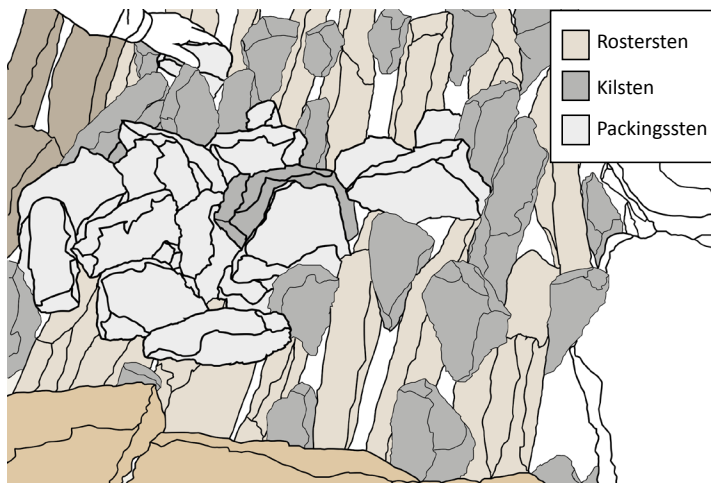
Figur 21. Flata stenar placeras lutande mot rosterstenarna. Detta görs på ugnens sidor och baksida

3) Ovanpå sidoväggarna placeras flata stenar lutande mot rosterstenarna (se fig. 21). Detta görs enligt Jonny Eriksson (muntlig källa), för att hålla kvar elden i ugnsdelen. Utan dessa stenar torkar elden ur den jord som skyfflas på och runt ugnen. När jorden torkas ur kan den rasa och då bildas luftdrag som i sin tur kyler packningsstenarna i dess närhet. Genom att luta dessa flata stena mot rosterna slår lågorna mot stenen och tillbaka in mot ugnen.

3.5. Packning och täckning av ugnen

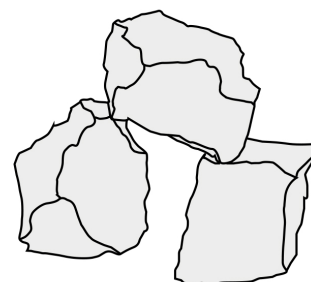
1) Storleken på den grå kalkstenen som skall brännas varierar från 5 cm³ till 15 cm³. De större stenarna placeras längst ner i ugnen på rosterstenarna eftersom dessa tar längre tid att bli genombrända. Stenens storlek minskar ju högre upp i ugnen packningen framskrider. Alla stenar placeras så "luftigt" som möjligt så att inte draget täpps igen (se fig. 22, 23). Detta är ett viktigt steg i processen. Om stenarna läggs för tätt sammanpackade blir det svårt för elden att ta sig igenom till toppen av ugnen och värmspridningen minskar (se kap. 2.4, 2.9).

2) När packningen kommit upp en bit fylls utrymmet mellan urgröpnings och basen, det vill säga ugnens utsidor, igen med jord som trampas till (se fig. 24).



Figur 22. Packningsstenar läggs tvärsöver rosterstenarna med något avstånd till nästa sten så att hål bildas ner till eldkanalerna. Observera att dessa inte ska kilas fast mellan rosterstenarna likt kilstenar.

Figur 23. Under hela packningsprocessen ställs stenar ståendes upprätt för att därefter placera en sten liggandes ovanpå. På detta vis skapas hela tiden luftfickor som gör att det blir drag i hela ugnen.



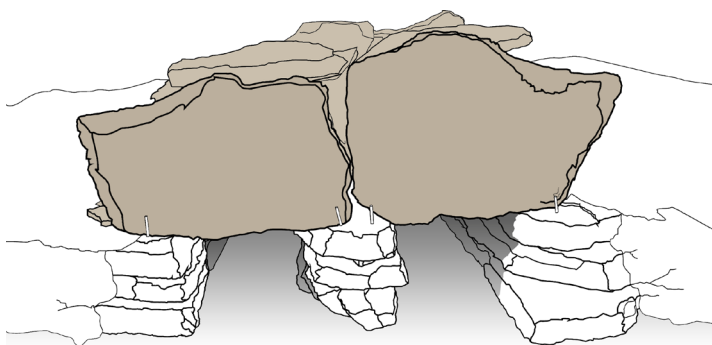
Sammanpressningen är viktig för att öka isoleringen av ugnen.

3) En värmesond som tryckts in i ett stålrör, 1 cm i diameter och ca 2 m långt, placeras ut i ugnens centrum ovanför rosterstenarna. Stålröret vilar på packningsstenarna, bakmuren samt utanför-liggande sten (se fig. 25).

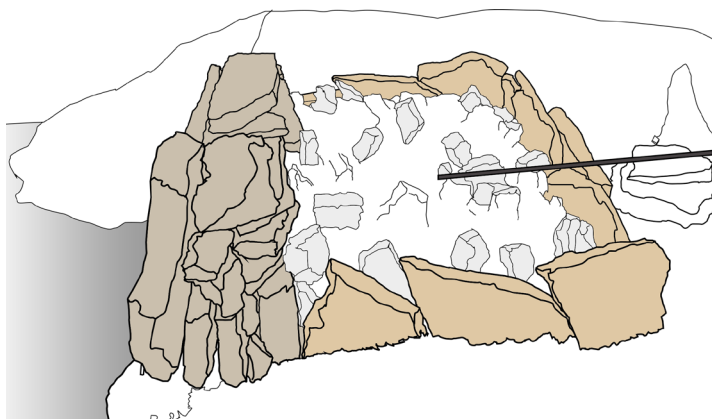
4) Packningen av ugnen fortsätter. När en nivå på ca 30 cm uppnåtts placeras ytterligare stenar med den flata sidan lutande mot packningsstenarna. Därefter skyfflas det upp ett ca 30 cm tjockt lager jord mot de lutande stenarna. Sedan komprimeras jorden med hjälp av spade. Tjockleken behöver vara såpass tjock att jorden inte torkar ut utan håller tätt genom hela bränningen. Under bränningen kan det på vissa ställen ryka ut rök genom små hål som bildats. Då kompletteras dessa områden med ytterligare jord. Packningen fortsätter.

5) Ca 43 cm ovanför den undre värmesonden placeras ytterligare en värmesond i ugnens centrum. Stålröret ligger likt den undre sonden på packningsstenarna. Utanför ugnen vilar dock stålröret mot en långbom fästad en hakiställning (se fig. 26). Ställningen som byggts runt ugnen används i huvudsak som regnskydd.

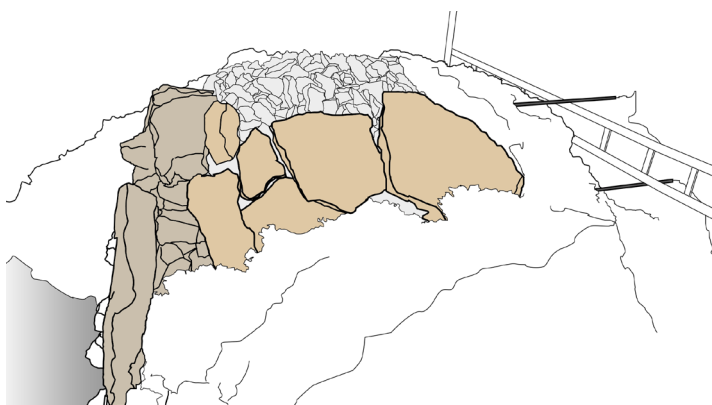
6) Packningen av ugnen fortsätter och avslutas ca 20-25 cm ovanför värmesonden. Från eldkanalernas ovansida till ugnens topp är det ca 1 m. Ugnen har nu formen av en parabel (se fig. 29).



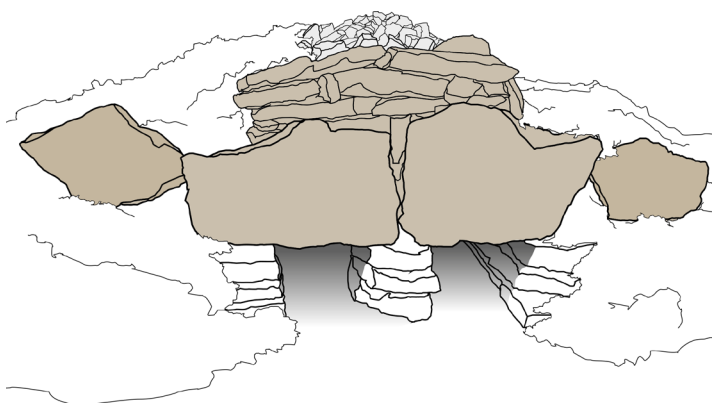
Figur 24. Båda frontstenarna har kommit på plats och mellanrummet mellan gropen och basen har fylls igen.



Figur 25. Sonden har förts in i änden av ett stålrör som placeras centrerat i ugnen cirka 35 cm från toppen av eldstadskanalerna.

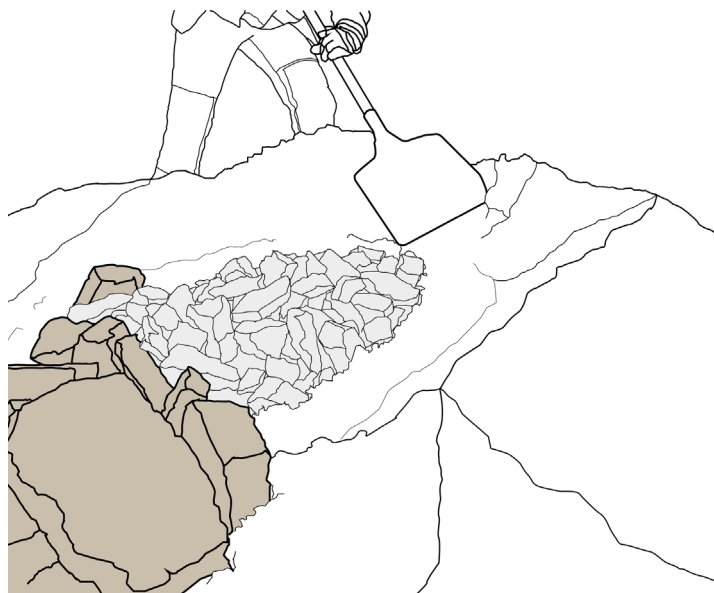


Figur 26. Ytterligare en värmesond har placerats i ugnens centrum. Mer packningsstenar har lagts ut och flata stenar ligger ovanpå dessa. Därefter har mer jord skyfflats upp.

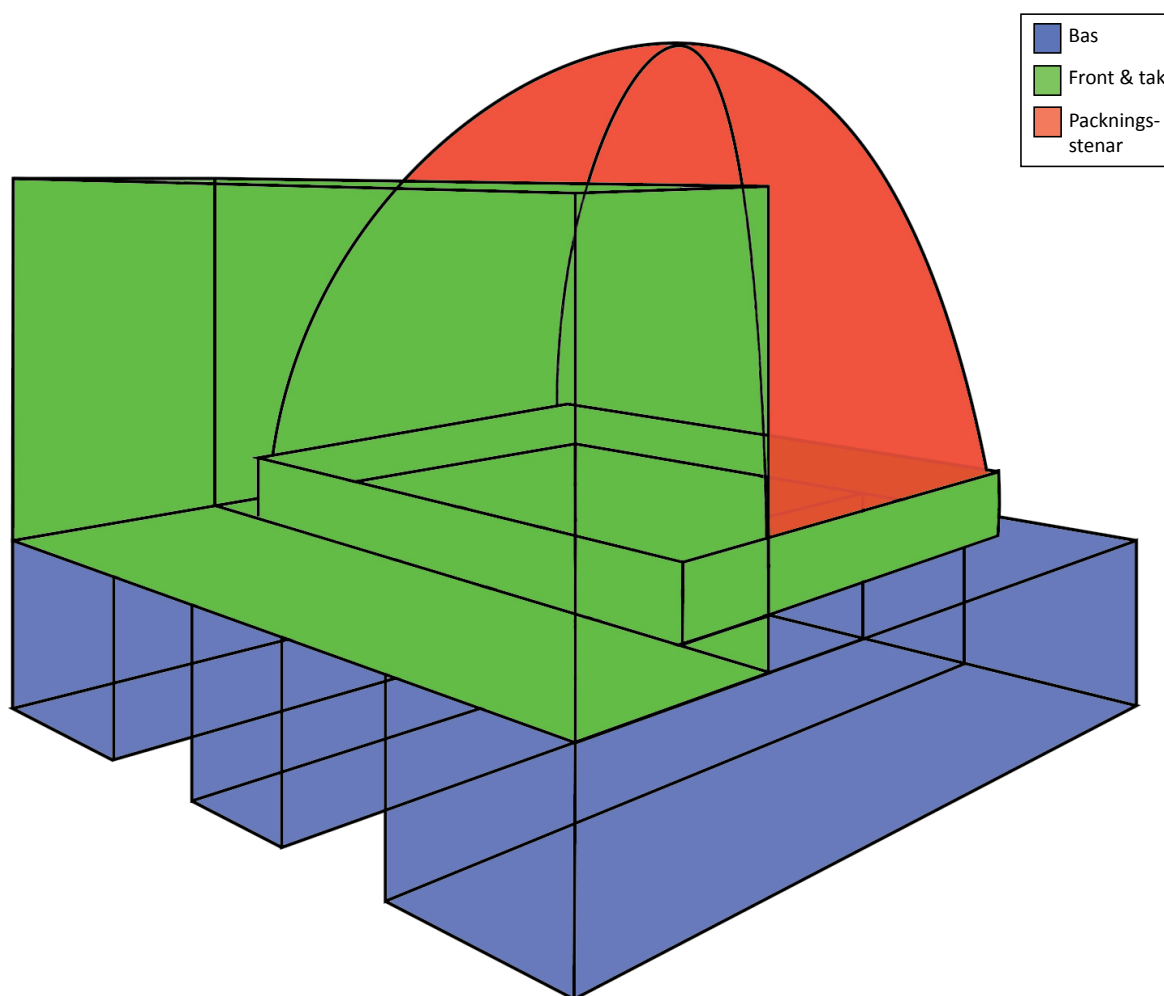


Figur 27. Två större stenar har placerats ut, fram till vid sidan om frontstenarna. För att jorden som läggs på inte ska rasa ner.

7) Ytterligare jord läggs på ugnen i ett ca 30 cm tjockt skikt. Jorden som läggs på framtill på sidorna, tenderar att rasa ner framför eldningsöppningarna ju högre upp jordlagret kommer. För att förhindra detta sätts större stenar vid sidan om frontstenarna som håller tillbaka jordmassorna (se fig. 27). På toppen av ugnen lämnas en ca 50 cm i diameter cirkelform. Jorden komprimeras runt öppningen så att det skapas en avfasning inåt ugnen (se fig. 28). Förhoppningen är att denna fas gör att vinden trycks upp i en riktning bort från ugnen. Om vinden blåser ner i ugnen finns det risk för att den kyler av stenarna.



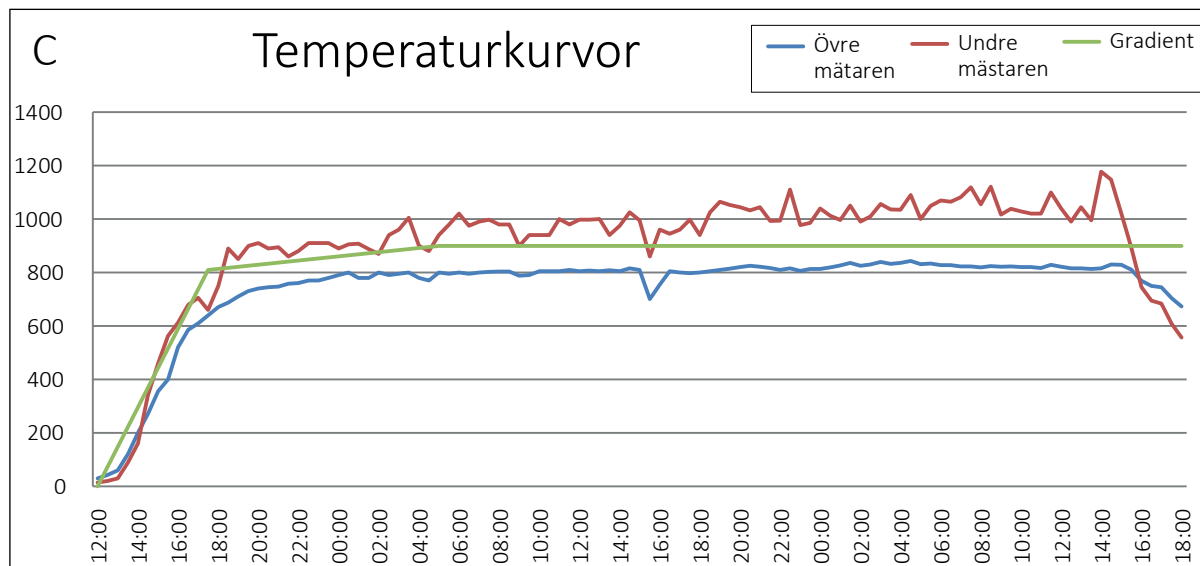
Figur 28. Kompaktera jorden med hjälp av en spade och avsluta avfasningen ca 20-30 cm ovanför packningsstenarna.



Figur 29. Schematisk bild av fältugns huvudsakliga delar.

3.6. Tillvägagångssätt vid eldning

1) Temperaturen mäts av varje halvtimma och förs in i ett diagram. Temperaturangivelserna från bränningen som utfördes 2014 på kursen murteknik 1, har ritas in i diagrammet som en gradient. Den sonden mätte enbart temperaturen i fältugnens mittcentrum. I denna bränning mäts temperaturen i den undre och övre delen (se fig. 30).



Figur 30. Digitaliserad version av det analoga diagrammet som fördes under bränningen. Större version se bil. 2.

2) Ved varvat med hyvelspån förs in i hela eldkanalens längd och halva dess höjd. Hyvelspånen fanns tillgänglig på arbetsplatsen och används för att antändningen skall underlättas. Annat lättantändligt material går också att använda. Eldningen sker i inledningen med den kortare veden (50 cm) för att elden skall ta sig men också för att värmen inte ska stiga för hastigt. Själva öppningarna fylls med ved och hyvelspån tillfullo varefter fältugnen tänds på (se fig 31).



Figur 31. Den bögra eldkanalen har nu tänts på och hyvelspånen fattar snabbt eld.. Inne i kanalerna har halva kanalhöjden fyllts med 50 cm ved varvat med hyvelspån.

3) När elden tagit sig och veden brunnit ner en aning fylls eldstadsöppningarna på med mer ved. Veden skjuts inte in i kanalen utan läggs enbart i öppningarna. Bakom denna ved har en glödbädd bildats som är ca 15 cm djup (se fig. 33). Om ved förs in för långt i kanalen finns risk för



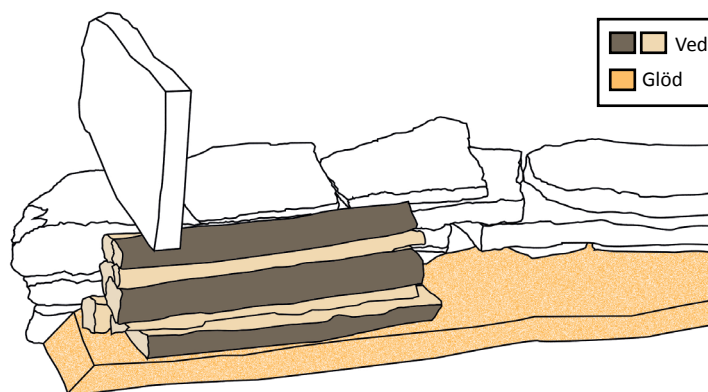
Figur 32. De första två timmarna ryker det kraftigt ur fältugnen för att successivt avta och tillslut upphöra helt.

att den inte brinner upp ordentligt (vilket observerades vid en urrakning). Detta kan bero på att den omgivande glöden stryper syretillgången. Följden blir att utvinningen av vedens energi minskar och därmed också värmetillförseln. När veden sedan brunnit ner till nästan hälften av öppningarnas höjd fylls ytterligare ved på.

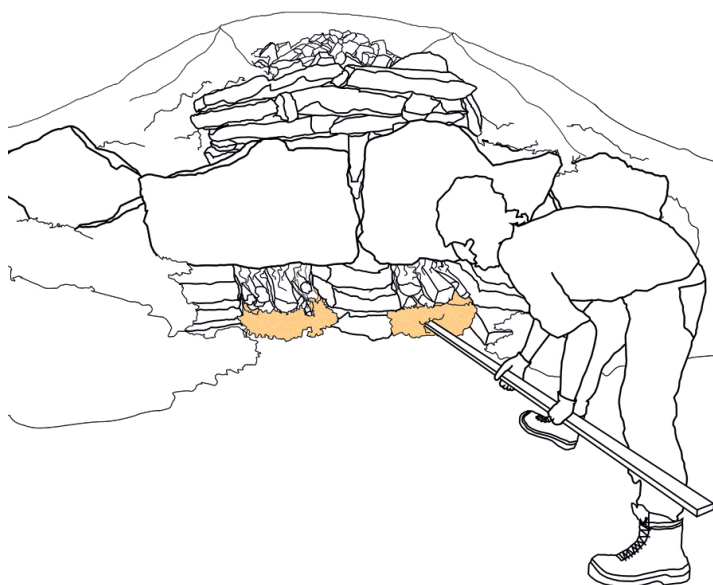
4) När ny ved lagts på trycks en ca 1,3 m lång bräda in i den underliggande glöden. Plankan vickas lite fram och tillbaka för att få in lite syre underifrån. Därefter dras brädan ut och läggs åt sidan (se fig. 34).

5) De första två till sex timmarna eldas det till stor del med 50 cm ved varvat med en och annan 1 m ved. Ju längre tiden går desto mer långved läggs in. Efter ca sju timmar eldas det enbart med långved. Under dessa timmar går temperaturen från 0- 750° på den övre mätaren och 0-900° på den undre mätaren. Nu kan det höras smällar, likt pistolskott, från ugnen. Detta är som tidigare nämnts, den grå kalkstenen som vid för hög värmeutveckling expanderar. En enkel skyddsmur på frontstenarna muras upp som skydd mot stenflisor om dessa skulle sprängas loss från kalkstenarna på toppen.

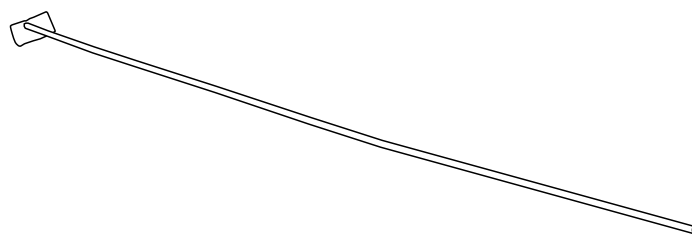
6) När glödbädden inne i kanalen börjar bli för hög rakas kanalerna ur med en tre m lång stålraka (se fig. 35). Eftersom det är mycket varmt i närheten av eldstadsöppningarna är det bra att rakan är såpass lång så att arbetet med urrakningen inte blir besvärande. Veden i öppningarna får först brinna ner tills bara stumpar finns kvar. Sedan rakas glöd ut från hela kanalens längd så att endast en ca 10 cm hög glödbädd återstår. Ny ved fylls snabbt på tills hela öppningen åter är fylld. Glöden som rakats ur skyfflas bort och därefter genomförs samma procedur i den andra kanalen. Denna åtgärd utförs endast när glödbädden blir för hög och en kolbacke bildats längst in i eldkanalernas bakväggar.



Figur 33. Snitt genom eldkanalen vid eldning. Ved förs inte in i kanalen utan läggs endast i öppningen tills den är fylld. Ca 10-20 cm tjock glödbädd bildas i hela kanalernas längd.



Figur 34. En lång bräda trycks in i den underliggande glöden för att öka syretillförseln underifrån.



Figur 35. En lång stålraka används vid urrakningen av eldkanalerna.

7) När ny ved fyllts på i öppningarna och elden åter börjar ta sig i veden slår eldslågor ut ur toppen på fältugnen (se fig. 36). När veden efterhand blir till glöd blir lågorna på toppen av ugnen mindre och när man tittar ner mellan stenarna lyser de röd, gul, vitglödande. Det observeras att denna färg ändrar sig efterhand som temperaturen i ugnen ökar (se fig. 37).

8) Efter ca 16 timmar planar temperaturerna ut. Den övre mätaren lägger sig nu fast runt 800° och den undre mätaren pendlar mellan 900° - 1020° . Eftersom kalkstenen gärna skall brännas mellan 850° - 980° (Eriksson 2015, s. 137-139) och den undre mätaren nu ligger runt detta gradtal, förändras eldningssättet. Ved matas inte längre på till fullo i öppningarna utan fylls bara till tre fjärdedelar. Efter ytterligare 6 timmar togs beslutet att återgå till det ursprungliga sättet att elda. Detta görs eftersom den övre mätaren fortfarande ligger fast på 800° men måste stiga till 850° för att all koldioxid i stenen skall avgå (Eriksson 2015, s 133-144). Nedan följer en förklaring på sambandet mellan temperaturerna och vedinmatningen.

9) Allteftersom veden brinner ner ökar värmen och energin i ugnen, vilket gör att temperaturerna stiger. Dock ökar den undre mätaren mycket kraftigare än den övre mätaren och har topptemperaturer på 1065° , ibland mer. Den övre mätaren ökar till en början bara några få grader. Om temperaturen på den undre mätaren kommer upp i för hög temperatur, runt 1100° , matas det på med mer ved i öpp-



Figur 36. Eldslågorna som slår ut från toppen av fältugnen



Figur 37. Den skiftande glödande färgen mellan stenarna.



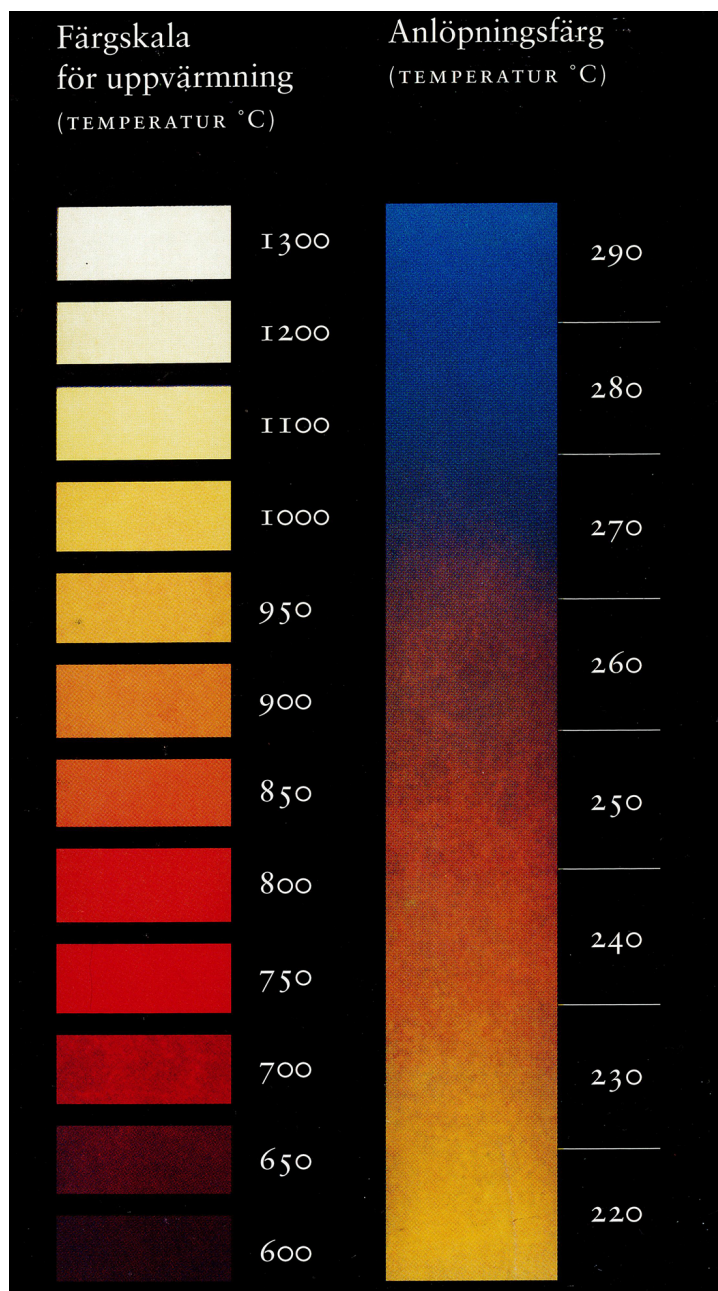
Figur 38. Ny ved har lagts in i eldstadsöppningarna och glöd har skjuffats upp på veden för att förvärma luften som kommer in i ugnen.

ningarna. Eftersom det initialt tar energi att värma upp veden och dess gaser, sjunker temperaturerna. I samband med detta skyfflas också glöd upp på veden som då förvärmer luftflödet som kommer in i ugnen (se fig. 38). På så sätt minskas tillkomsten av kall luft som kräver energi för att värmas upp. När veden sen börjar brinna ner igen, ger det nu varma luftflödet som värmts upp av glöden en extra knuff för att öka temperaturen, speciellt på den över mätaren. Följden blir att temperaturen på den övre mätaren successivt tvingas upp i 830-840°. Eldningen i detta skede kräver vaksamhet och ständig uppsikt på temperaturmätaren så att temperaturerna håller sig inom önskvärda nivåer.

10) Bedömning av temperaturen på kalkstenen som bränns avgörs efter tabell för uppvärmt och glödgat stål (se fig. 40). Färgskalan kan enligt smeden Patrik Jarefjäll användas för att skapa referens och ge en skattning om temperaturen. Då färg är beroende av en mängd faktorer är det dock närmast fråga om sinnlig bedömning och värderingen är inte exakt (muntlig källa). Efter 51 timmar bedöms färgen på stenen vara mellan 1000 och 1100 enligt färgskalan. En kalksten fram som ligger 20 cm ner från fältugnens topp grävs fram och provsläcks för att se om den är helt genombränd (se fig. 39). Den släcks utan problem och beslut fattas att avsluta eldningen trots att den övre mätaren inte kommit upp i 850° som rekommenderas. Eldstadsöppningarna täpps igen med glöd för att låta ugnen svalna långsamt och plåtar läggs över ugnen för att skydda för eventuellt regn.



Figur 39. Provsläkning av kalkstenen. Släckningsprocessen har i detta skede precis satt igång.



Figur 40. Kopia på den färgskala som medföljer "Järnsmedeboken" (Enander & Norén 1998) Glödfärgstemperaturerna är en grov indelning av hur färgen ser ut i relation till temperaturen.

3.7. Utplockning av fältugnen

1) På morgonen dagen efter avslutad eldning plockas ugnen ur. Först plockas de översta skydds och frontstenarna bort (se fig. 41). Därefter plockas packningsstenarna ut och läggs i tunnor. Kalksten för kalksten, lyfts upp och avgörs om den är genombränd. De som är helt genombrända är betydligt mycket lättare än de var ursprungligen. Om man slår med en hammare på de helt genombrända stenarna hörs ett dovt ljud. I de stenar som fortfarande har en kärna hörs ett klingande ljud (Rothstein 2003, s. 188). Detta kan dock vara svårt att avgöra därför måste många stenar slås itu. När stenen är delad på hälften ska man kunna se en grå kärna om den inte är genombränd (se fig. 42). Färgen på kärnan kan dock ibland vara svår att avgöra. Då dras hammarens spets över kärnan. Om den inte mjölar sig utan fortfarande är hård, är stenen inte genombränd. Då läggs stenen i en utvald tunna för ogenombränd kalk. Om stenen däremot är genombränd finns ingen kärna eller så är kärnan mer mörkbrun och mjölar sig när hammarspetsen dras över.

2) Mängden ogenombränd kalksten var betydligt större i vissa delar av ugnen än i andra. Dessa områden är ca 15-20 cm ner från toppen, runt ytterkanterna och närmast frontstenarna. Dessutom blev många stenar runt området kring den övre sonden/stålröret ogenombrända (Se fig. 43).

3) Genombränd grå kalksten packas i sex 90 liters och en 226 liters lufttäta plåttunnor. De genombrända rosterstenarna packas i en 226 liters tunna. Bränningen gav sammanlagt 992 liter bränd kalk och 283 liter ogenombränd kalk. Detta blir ca 29 % ogenombränd kalk.



Figur 41. Skyddsmuren plockas bort. Man ser hur kalkstenen har vitnat och det översta lagret sten är svart av sot.



Figur 42. I stenhalvan till vänster syns en tydlig grå kärna. Detta visar att stenen är ogenombränd. Stenhalvan till höger genombränd.



Figur 43. Den röda markeringen visar de områden där det var mest ogenombränd sten. Anmärkningsvärt är området runt den övre sonden, där stenar som befann sig längre ner och centrerat i ugnen inte blev genombrända.

3.8. Diskussion och Resultat

Nedan redovisas och diskuteras de kompletterande resultat som framkommit i det praktiska genomförandet i relation till litteraturstudien samt de nya frågor som uppkommit i anslutning till denna.

Placering av fältugnen i en liten sluttning fungerade mycket bra. Nivåskillnaden underlättade packningen av ugnen och som Rothstein (2003) förklarar, isolerar de kringliggande jordmassorna ugnen. Troligtvis skulle bränningen fungera lika bra om ugnen placerades på jämn mark bara denna är fast och tillräckligt mycket jord skyfflas upp mot ugnens utsidor. Möjligtvis skulle packningen under detta förhållandet försvåras och stegar därmed behöva användas.

Att marken ska vara fast förklaras under kap. 3.2 och 3.4. Under uppvärmning torkas jorden ur, vattnet avgår och jorden krymper. Det finns då risk att ugnen sjunker ner i marken om den inte är tillräckligt fast. Underlaget under denna fältugn var fast och stabilt. Dock var marken runt själva arbetsplatsen inte det och regn under arbetsprocessen gjorde att lervälling bildades. Detta försvårade arbetsmomenten men påverkade inte bränningen i sig.

Gropens storlek gjordes ca 60-80 cm större än fältugnens yttermått. Detta extra utrymme gav plats att arbeta runt hela fältugnens bas och underlättade uppbyggnaden av denna del.

- **Hur och var placerades fältugnen?**

Fältugnen placeras gärna i en sluttning, som schaktats ur och på fast mark för att ugnen inte ska sjunka ner i marken.

Uppbyggnad av fältugnens bas skedde med stora, flata kalkodlingsstenar som murades på plattan. Det gjorde ugnen mycket stabil, dock krävdes det ofta att två personer tillsammans lyfte den aktuella stenen. Mindre och fler stenar skulle fungera att mura en bas med, men förmodligen krävs det då mer arbete för att få den stabil. Användningen av lerbruk i kombination med kilsten visade sig vara mycket effektivt för att få de stenar som vobblade stadiga. Jord är ett annat material som också hade kunnat användas på samma sätt men lerbruk fanns tillgängligt och är mer beständigt än jord. Ytterligare ett sätt att stabilisera upp är att endast använda kilstenar mellan stenblocken. Emellertid är detta en hantverkskunskap som kräver erfarenhet och kunskap om hur kallmurning med natursten fungerar. Definitionen i detta examensarbete säger att fältugnar kallmuras upp. Eftersom lerbruk användes i den uppbyggda fältugnen har definitionen frångåtts något. Påpekas bör att lerbruk inte användes mellan alla stenar utan bara vissa delar av fältugnens bas, primärt i fronten där stabiliteten är viktig.

Andra moment som inte omnämns i litteraturen är placeringen av stenar så att utstickande kanter undviks i eldkanalen samt huggningen med mejsel för att få stenarna mer flata. Dessa åtgärder visade sig vara viktiga. Huggningen för stabilitetens skull och minimeringen av utstickande kanter för att vedinmatningen och urrakningen skall gå smidigt. Det blir extremt varmt framför ugnen och allt som påverkar effektiviteten med arbetet framför öppningarna blir en extra börda.

Fältugnens kanalhöjd, bredd och längd grundades i en uppmätning som gjordes i samband med projektet *Jämtländsk byggnadskalk*. Litteraturstudien visar dock hur höjd, bredd och längd på kanalerna skiljer sig åt. Här behövs det mer forskning dels genom fältstudier och fler uppmätningar men också genom att undersöka hur eller om dessa mått påverkar bränningsresultatet.

Uppbyggnad av tak och front redovisas under kap. 3.4. Taket utgörs av flata rosterstenar som sträcker sig över hela kanallängdens bredd. De placerades med ca 10 cm mellanrum och ställdes på högkant med hjälp av kilstenar (se fig. 18). Detta förfarande verkade fungera mycket bra. Inga rosterstenar föll ner i kanalerna och eldslågorna kunde slå igenom hela ugnen. Dock var det en rostersten som inte kontrollerades ifall den stack ner i eldkanalen (se fig. 19). Detta utstick i kanalen försvårade vedinmatningen och var mycket störande i själva arbetsmomentet.

Fronten byggdes med två större stenar framtill, samt rosterstenar utan mellanrum, så att ett 40 cm massivt tak bildades (se fig. 20). Fronten skyddar till viss del från strålningsvärmen. Arbetet med vedinmatning gick att utföra men var ansträngande om man vistades för lång tid nära eldhärden. Om fronten inte byggts massivt hade konsekvensen förmodligen blivit att arbetet framför eldkanalsöppningarna förvärrats och blivit mycket svårare och mer ansträngande.

De stålstänger som monterades som en extra säkerhetsåtgärd för att förhindra frontstenarna från att kana framåt verkar vara en god åtgärd (se fig. 19). Frontstenarna stod stabilt under hela bränningen men om detta berodde på stängernas direkta inverkan är svårt att säga. Dock upplevdes det som en betryggande åtgärd. En annan utformning som förhindrar frontstenarna att kanar är möjlig t.ex. genom att förankra ett stålband som håller tillbaka frontstenarna. Att bygga fältugnens bas 20 cm längre än fronten var ytterligare en säkerhetsåtgärd som skulle stabilisera upp och förhindra ras. Likt utformningen med stålstängerna är det svårt att peka på om detta resulterade i förhindrat ras men den sammantagna känslan var att fältugnens front stod mycket stabilt.

- **Hur konstrueras basen och dess s.k. tak och front i en fältugn?**

Basen kallmuras upp med så stora, stabila och flata stenar som möjligt. Basen byggs 20 cm längre än eldkanalen och undvik utstickande kanter i eldkanalen samt utför åtgärder så att ovanpå liggande stenar inte vikar och vobblar.

Tacket utformas så att elden kan slå igenom hela ugnen och så att det blir drag. I detta arbete ställdes avlång stenar s.k. rosterstenar på högkant med kilsten emellan som fick dem att stå stadigt upp och så att inga utstickande kanter i eldkanalen. Ett annat alternativ kan vara att bygga ett valv.

Fronten byggs ca 40 cm massiv med en större frontsten framtill. Detta för att underlätta vedinmatningen eftersom strålningsvärmen från ugnen är mycket varm. Utför också åtgärder så att frontstenarna inte kanar framåt.

Packning och täckning av fältugnen redovisas i kap. 3.5 och de båda momenten sker parallellt med varandra. Hur packningsstenarna placeras ut illustreras i fig. 22 och 23. Här framkommer vissa detaljer som litteraturstudien inte belyser; Nämligen hur man lägger stenarna för att inte packa för tätt i ugnen så att det blir bra drag, att inte kila fast packningsstenarna mellan rosterna och varandra, samt att bygga så att hålrum bildas genom hela ugnen (Se fig. 23). Draget i denna fältugn visade sig vid eldning bli mycket god och eldningslågorna kunde slå igenom till toppen av ugnen.

Runt ugnen lades flata stenar lutande mot rosterstenarna och packningsstenarna (se fig. 21, 25, 26). De hindrar elden från att torka ur den jord som skyfflats på. Dessa stenar placerades upp till och med avfasningen av jorden (se fig. 28). Att placera dem så pass högt upp kan ha bidragit till att bränningsresultatet påverkades negativt. De borde inte ha placerats så högt upp i ugnen utan avslutats längre ner och låtit jorden ligga direkt an mot packningsstenarna. Detta för att

jorden omsluter stenarna så att drag inte skapas och värmefördelningen blir jämnare. Att dessa stenar lades så högt upp gjorde det alltså lättare för draget att gå längs med dessa stenar och det resulterade i ojämn temperaturfördelning.

Täckningen skedde med ett ca 30 cm tjockt lager jord som isolerade ugnen. Detta fungerade bra men vid två tillfällen skapades små hål i jorden som snabbt och lätt täpptes till med mer jord. Dock skapades ett problem där stålroret till den övre mätaren stack ut (se fig. 26). Under bränningen sjunker hela ugnen p.g.a. kalkstensens minskade volym och eftersom stålroret vilade på en långbom utanför ugnen följde inte stålroret med i ugnens rörelser. Detta skapade ett större hål som gjorde att kall luft kom in och kylde stenarna runt stålroret (se diskussion under stycket ”Urplockning av fältugnen”). När röken som pyrde ut från detta hål upptäcktes täpptes hålet igen med mer jord som komprimerades ordentligt med en spade. Vid projekt i framtiden kan detta vara en bra lärdom som betonar vikten av att placera liknande anordningar fritt utanför ugnen så att de följer med ugnens rörelser.

Avfasningen som gjordes av jorden för att få vinden att tryckas bort från ugnen (se fig. 32) verkar också ha haft en god inverkan. I eldningens inledningsfas, då rökutvecklingen var som störst, observerades att röken följde avfasningen bort från ugnen. Detta indikerar på att vinden följer samma väg.

- **Hur går packningsförfarandet till?**

Packningsstenar placeras luftigt (se fig. 22, 23) så att eldslågorna kan slå igenom och så att draget blir bra. Kila inte fast packningsstenar mellan varandra eller rosterstenarna.

- **Hur och med vilket material täcks fältugnen?**

Täckningsmaterial har varit lerbruk, kalkbruk eller jord. I detta arbete användes jord och flata stenar som lutades mot packningsstenarna. Man bör bara använda de flata stenarna i nedre delen av ugnen och låta jorden högre upp ligga i direkt anslutning till packningsstenarna. Detta för att jorden omsluter stenarna så att drag inte skapas och värmefördelningen blir jämnare. Fasa också av jorden vid fältugnens topp så att vinden trycks bort från ugnen.

Tillvägagångssätt vid eldning redovisas under kap. 3.6 där det bl.a. framgår hur vedinmatningen förhåller sig till temperaturen. Under bränningen var inte tillvägagångssättet helt konsekvent. Efter ca 19 timmar förändrades eldningssättet varvid det inte längre eldades med fulla eldkanalsöppningar. Detta skedde för att den undre mätaren visade temperaturer över 1000° och en lugnare eldning antogs i det läget vara det rätta. Detta var dock en missbedömning eftersom den övre mätaren låg fast på ca 800°. Efter åtta timmar åtgår det till det ursprungliga eldningsförfarandet och den övre temperaturen lyckades efterhand pressas upp till en topptemperatur på ca 840°. Det är dock viktigt att hela tiden observera temperaturen så att den inte blir för hög då det påverkar kalkens reaktivitet vid släckning (Eriksson 2015, s. 137-139) eller kan dödbräna kalken (Rotstien 2003, s 188). När eldning hade pågått i ca 51 timmar avslutades bränningen. Beslutet grundades utifrån tre faktorer. Den undre mätarens temperatur var hög (se diagram bil.2), färgen på kalkstenen och provsläckningen av en kalksten. Med facit i hand kan beslutet att avsluta bränningen kännas tveklöst. Eftersom den övre mätaren inte uppnått önskvärda 850° var många stenar på toppen ogenombrända. Om eldningsförfarandet varit mer konsekvent hade troligtvis bränningen inom detta tidsförlopp genererat ett bättre resultat, alternativt skulle eldningen pågått en längre tid.

Det finns ett samband mellan att elda med fulla eldkanalsöppningar och temperaturökningar. Många diskussioner fördes under dessa dygn huruvida draget och syret bidrar till dessa ökningarna.

Under bränningsförloppet tydliggjordes dock vedens betydelse. Det är den utvunna energin från veden (och dess gaser) som i huvudsak bidrar till att pressa upp temperaturen, speciellt på den övre mätaren. Här finns utrymme för vidare forskning som kan klargöra sambandet ytterligare.

Ett annat sätt att avgöra om ugnen är färdig visas i filmen *Traditionell kalkbränning på Gotland* (2012). Metoden att avläsa färgen på lågorna har inte applicerats i denna undersökning men vore intressant att utforska. Dock skiljer sig de båda ugnstyperna åt i konstruktion och eldningsteknik. Från kalkugnen i filmen slår eldslågorna konstant ut från toppen av ugnen. Från fältugnen i denna undersökning slår lågorna ut i intervaller vilket är kopplat till när vedinmatningen sker. Därmed försvåras troligtvis detta sätt att avläsa men borde ändå vara genomförbart.

- **På vilket sätt eldas fältugnen och vilken typ av ved används?**

Fältugnen eldas inledningsvis med torr 50 cm ved för att värmeutvecklingen initialt inte skall bli för kraftig. Successivt övergår eldningen till torr 1 m ved. Vedens fukthalt påverkar tiden som eldningen pågår (Eriksson 2015), därför är torr ved av stor betydelse. Vedinmatningen sker med fullt utrymme och endast i eldkanalsöppningarna och trycks inte in i eldkanalen. Om den trycks in finns risk för att den omkringliggande glöden stryper syret som veden behöver för att brinna och då går veden i form av utvunnen energi förlorad. (se fig. 33).

- **Hur avgör man när bränningen är färdig?**

Genom att placera in värmesonder i ugnen ges information om temperaturen på sticklågorna i ugnen. Ett annat sätt är att avläsa färgen på stenarna som bränns och avslutningsvis provsläcka en sten som grävts fram en bit ner från toppen av ugnen.

Urplockning av fältugnen redovisas i kap. 3.7. Här observeras att Rothsteins (2003) beskrivning av hur det klingande ljudet på ogenombrända stenar stämmer. Dock krävdes det tid för att lära sig särskilja detta ljud och därför slogs de flesta stenar itu för att se om kärnan fanns där. Det kunde också vara svårt att avgöra om färgen på kärnan var grå eller brun. Många stenar provades att släckas för att få en större förståelse om kärnan var genombränd eller inte. Det upptäcktes att om den brunare kärnan mjölade sig när hammarspetsen drogs över, var den genombränd.

De områden där flest andel stenar blev ogenombrända illustreras i fig. 43. Från toppen och ca 10 cm ner är det ett så kallat offerlager som blir obränd eftersom det är i ständigt kontakt med kall luft. I denna bränning blev stenen obränd till ca 15-20 cm ner i ugnen. Detta anses i förhållande till tidigare bränningar som utförts vid Göteborgs universitet en aning mycket. Detta kan bero på att temperaturen vid den höjden aldrig riktigt kom upp i 850°.

Ett annat område där många stenar inte blev genombrända var sidorna som angränsade till de flata stenar vilka placerats lutande mot ugnen (se fig. 21, 25, 26). Orsaken diskuteras i stycket "Packning och täckning av fältugnen".

Många stenar som låg i anslutning till den övre temperaturmätaren var också ogenombrända. Detta berodde förmodligen på att kall luft kom in genom hålet som skapades (se under stycket "Packning och täckning av fältugnen"). Dessutom var många stenar som låg närmast fronten var obrända. En möjlig förklaring till det kan vara att eldslågorna och värmen följer med draget bakåt i ugnen.

Andel ogenombränd kalk var ca 29 % vilket anses vara lite högt. Med vissa justeringar som anges ovan samt ett konsekvent eldningsförfarande borde den procentuella andelen ogenombränd kalk minskas. Fler bränningar med liknande konstruktion behöver dock utföras, undersökas och dokumenteras så att tillvägagångssätt kan omarbetas eller uteslutas.

4. Avslutning

4.1. Slutsats

Undersökningen har gett en detaljerad processbeskrivning av en fältugns konstruktion och tillvägagångssätt vid eldning. Den belyser dessutom hur utfallet står i relation till detta samt temperaturens betydelse av bränningsresultatet. Den visar också hur alla dessa delar samverkar och påverkar varandra och det slutgiltiga resultatet. För att ytterligare visa på de olika delarnas betydelse för bränningsresultatet skulle det vara intressant att bygga två fältugnar där en av dessa delar väljs ut och konstrueras annorlunda för att därefter jämföra resultatet. Tillvägagångssättet vid eldning är också en parameter som kan belysas mera och där vidare forskning kan utesluta vissa förfaranden.

Genom att först undersöka tillgänglig litteratur visar också arbetet på de olika sätt en fältugn kan konstrueras. Fältugnen som byggdes och brändes i det praktiska genomförandet är bara ett sätt att utföra detta på och kan utvecklas ytterligare, främst när det kommer till förståelsen för relationen mellan vedens betydelse, temperatur och eldningsförfarande. Något att arbeta vidare med bör vara förändringar som gör att temperaturen mellan den undre och övre delen jämnas ut. Täckningen av ugnen visade sig också vara viktig för bränningsresultatet och bör justeras vid nästa bränning. Om man återgår till vad litteraturen säger om andra täckningsmaterial vore det intressant att arbeta vidare med lera och kalk på det vis som Holmberg (1812) beskriver (se kap. 2.5).

Litteraturstudien i stort pekar på de brister som finns i beskrivningen av fältugnar. En djupare litteraturstudie där fler ugnstyper diskuteras i förhållande till varandra skulle kunna bringa större klarhet i vissa tillvägagångssätt. Vidare skulle en fältstudie med fler uppmätningar av fältugnar ge en större förståelse för dess måttförhållanden och konstruktion.

Illustrationerna som skapats för att tydliggöra konstruktion och tillvägagångssätt, kompletterar texten och ger en djupare förståelse för varje enskilt moment. Dock skulle ytterligare en eller två schematiska skisser kunna vidga förståelsen än mer. Ett annat sätt att redovisa momenten på skulle kunna vara att endast använda fotografier men då kan vissa detaljer som behöver framhävas gå förlorade. Illustrationer är bättre på så vis att de ger läsaren verktyg att göra egna förändringar i konstruktionen t.ex. om en fältugn med fler än två eldkanaler skulle vilja byggas.

Den processbeskrivning som har redovisats i detta examensarbete är användbar för hantverkare, föreningar eller antikvariska projekt som skulle vilja eller är i behov av att bränna lokal kalk. Den kan fungera som vägledning inför en bränning i fältugn eftersom den belyser viktiga överväganden och faktorer som påverkar bränningsresultatet.

Arbetet bidrar till en fördjupad förståelse om en fältugns konstruktion samt vad som är bra att tänka på inför och under uppbyggnad och bränning. Det möjliggör och underlättar för fler bränningar av lokal kalk som då kan användas på kulturhistorisk värdefulla byggnader där det ur antikvarisk synpunkt anses viktigt.

4.2. Sammanfattning

Ett vanligt förekommande problem är att cementhaltiga putser och murbruk används vid renoveringar av äldre byggnader där ett traditionellt bruk ursprungligen brukats. Tillverkning av luftkalkbruk i Sverige finns på Gotland men svenskt naturligt hydrauliskt bruk finns inte att köpa på marknaden.

Den genomsökta litteraturen om kalkbränning behandlar oftast bränning i mer industriella ugnar. Den svenska litteratur som hittats om fältugnen är begränsad och många beskrivningar är mycket kortfattade. Ofta saknas resonemang kring varför utförandet är som det är.

Detta arbete syftar till att undersöka hur en traditionell bränning i fältugn kunde gå till. Målsättningen är att arbetet ska kunna användas som vägledning om det finns behov eller en önskan att bränna lokal kalk.

Först utförs en litteraturstudie över de källor som anses relevanta därefter genomförs ett praktiskt försök av bränning i en fältugn. Dessa två undersökningar mynnar därefter ut i en processbeskrivning.

I processbeskrivningen illustreras och beskrivs fältugnens konstruktion, tillvägagångssätt vid eldning samt utfall ingående. Det förs resonemang, reflektioner och observationer om hur dessa delar påverkar varandra och bränningsresultatet.

5. Käll- och litteraturförteckning

Otryckta källor

Muntliga källor

Jonny Eriksson, murare, lärare och fil lic. vid Göteborgs universitet.
Samtal och handledning: 1/3-25/5- 2015.

Partik Jarefjäll, smed, byggnadssnickare, lärare och hantverksdoktorand vid Göteborgs universitet.
Samtal 12/3 -2015

Tryckta källor och litteratur

Balksten, Kerstin & Persson, Christina & Eriksson, Jonny (2013) *Lime burning tradition in feild kilns - a case study of the Jämtland tradition in Sweden*. 3rd Historic Mortars Conference. Konferensbidrag. Glasgow Scotland.

Darphin, Jean Paul (2000). Sandström Malinowski, Ewa (red.) (2000). *Kalk & hantverk för byggnadsvård och nybyggnad*. Stockholm: Riksantikvarieämbetets förl

Enander, Lars & Norén, Karl-Gunnar (1998). *Järnsmidesboken*. Stockholm: Nielsen & Norén

Eriksson, Jonny (2015). *Bruk av kalk och sand: ur ett hantverkligt perspektiv*. Göteborg: University of Gothenburg, Acta universitatis Gothoburgensis

Eriksson, Jonny (2012). *Erfarenheter av bränning och släckning av Kinnekullekalksten*. Mariestad: Hantverkslaboratoriet, Göteborgs universitet

Gotlandskalk: beskrivning av traditionell kalktillverkning i Hejnum-Djupqvior. (1987). Stockholm: Riksantikvarieämbetet

Granlund, John (red.) (1963). Kalk. *Kulturbistoriskt lexikon för nordisk medeltid från vikingatid till reformationstid*. Bd 8, Judas-Konfiskation. Malmö: Allhem. s 156-157

Hidemark, Ove & Holmström, Ingmar (red.) (1984). *Kalkputs. 2, Historia och teknik : redovisning av kunskaper och forskningsbehov*. Stockholm: Riksantikvarieämbetet

Holmberg, J W. (1812). *Fullständig beskrifning om mur-tegels tillverkning samt bränning under bar himmel, utan murade ugnar, med stor besparing af ved, tid och arbete; jemte nödiga ritningar på ler-bråkor, tegel-staplar och ugnar. Med bihang om husbyggnad* [Elektronisk resurs] : af trä och sten, murbruks tillverkning och kalkbränning. Af J.W. Holmberg. Med 3:ne i koppar stuckna taflor. Stockholm, tryckt hos directeuren Johan A. Carlbohm. 1812.. Stockholm:

Tillgänglig på Internet: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:umu:rara-283>

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

Levander, Lars & Odstedt, Ella (1944). *Övre Dalarnes bondekultur under 1800-talets förra hälft*. 2, Förvärvsarbete. Stockholm: Jonson & Winter i distribution

Linnström, Hjalmar (1961[18nn]). Rothstein, E. E. von. *Svenskt boklexikon* [Elektronisk resurs] : åren 1830-1865. 2. uppl. Uppsala: Bokgillet. s 337

Tillgänglig på Internet: <http://runeberg.org/linnstrom/2/0341.html>, hämtad 2015-03-20.

Materialguiden 2013. Kalk. [Elektronisk resurs]. (2013). Stockholm: Riksantikvarieämbetet. s 226
<http://kulturarvsdata.se/raa/samla/html/3310> hämtad 2015-02-10

Mellersta Sveriges kalkbruks centralförening åren 1911-1940: minnesskrift utgiven i anledning av föreningens trettioåriga tillvaro. (1942). Stockholm: Esselte

Nationalencyklopedin (2015), Nils G Åsling

<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lang/nils-g-asing>, hämtad 2015-03-20

Naturvårdsverket (2014) Odlingsröse i odlingsmark. <https://naturvardsverket.se/Nerladdnings-sida/?fileType=pdf&downloadUrl=/upload/stod-i-miljoarbetet/vagledning/skyddade-omraden/biotopskydd/3-odlingsrose-i-jordbruksmark-20140415.pdf> hämtad 2015-04-29

Nilsson, Stig (2013) *Kalkbränning i Kälom sommaren 2012*. url.

<http://kalom.se/kalkstenugns-hemsida/kalkstenugnsbranning.html> hämtad 2015-03-21

Nilsson-Tannér, Per (red.) (1966). *Kalkbränning i Lockne: en sammanfattning ur olika källor*. Lockne:

Persson, Christina (2012) *Jämtlands byggnadskalk - Erfaraenheter från ett kunskapsbyggnadsprojekt*. Östersund. Jamtli.

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

Rumar, Lars (u.å) Per E Nilsson-Tannér, *Svenskt biografiskt lexikon* (art av Lars Rumar), <http://sok.riksarkivet.se/sbl/Presentation.aspx?id=8109> hämtad 2015-03-20.

Sandström Malinowski, Ewa (red.) (2000). *Kalk & hantverk för byggnadsvård och nybyggnad*. Stockholm: Riksantikvarieämbetets förl.

Sandström Hans (2000). Riksantikvarieämbetet och kalkfrågan. *Kalk & hantverk för byggnadsvård och nybyggnad*. Stockholm: Riksantikvarieämbetets förl. s 14-20

Shaikh, Naz Ahmed (1990). *Kalksten och dolomit i Sverige*. D. 3, Södra Sverige. Uppsala: SGU

Stål, Carl (1854). *Utkast till allmän byggnadslära*. Fahlun:

Wikerstål, Erik (2002). Ölandskalk kompletterar Gotlandskalken. *Byggnadskultur*. 2002:3, s. 34-37

Åsling, Nils G. (2000). *Kalk och kalkbruk i jämtländska bygder*. [S. l]: Alsens hembygdsfören.

Åström Gillis (2000). Läckö slott – ett slott i förvandling. *Kalk & hantverk för byggnadsvård och nybyggnad*. Stockholm: Riksantikvarieämbetets förl. S 60-65

Elektroniska källor

Byggnadshyttan på Gotland (u.å) *Byggnadshyttans kalk AB*.

<http://www.byggnadshyttan.com/byggnadshyttanskalk.html> hämtad 2015-05-16

Buttle Kalk AB (u.å) *Kalktillverkning*.

<http://www.buttlekalk.se/kalktillverkning> hämtad 2015-05-16

KulturNav (2015) Edvard von Rothsein (1821-1890) *Arkitekter verksam i Sverige*

<http://kulturnav.org/39e6f353-26c9-421b-aac1-dd91e600ab7e> hämtad 2015-05-18

Filmer

Traditionell kalkbränning på Gotland (2012) [film] Regissör McVeigt, Antony Mariestad: Hantverkslaboratoriet, Göteborgs universitet

<http://hdl.handle.net/2077/29307>

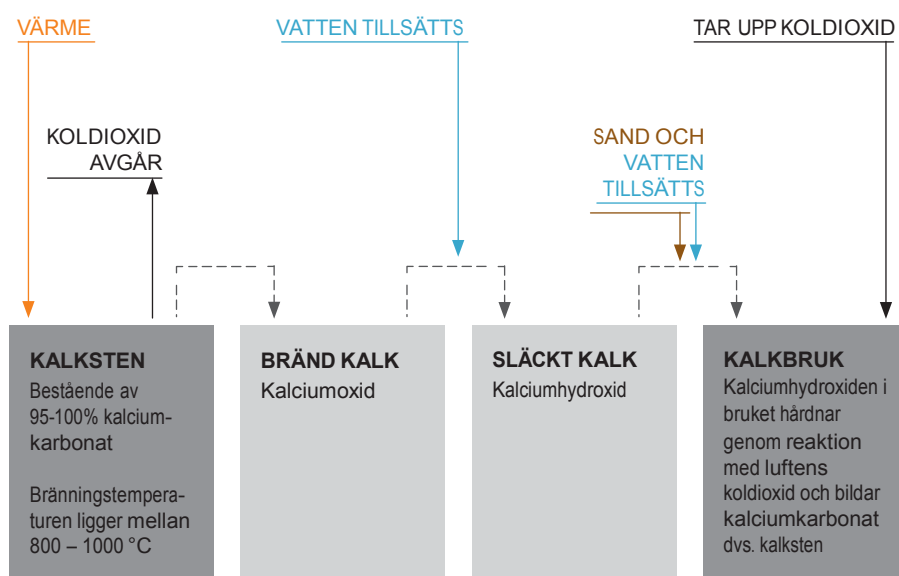
Bilagor

Bilaga 1.

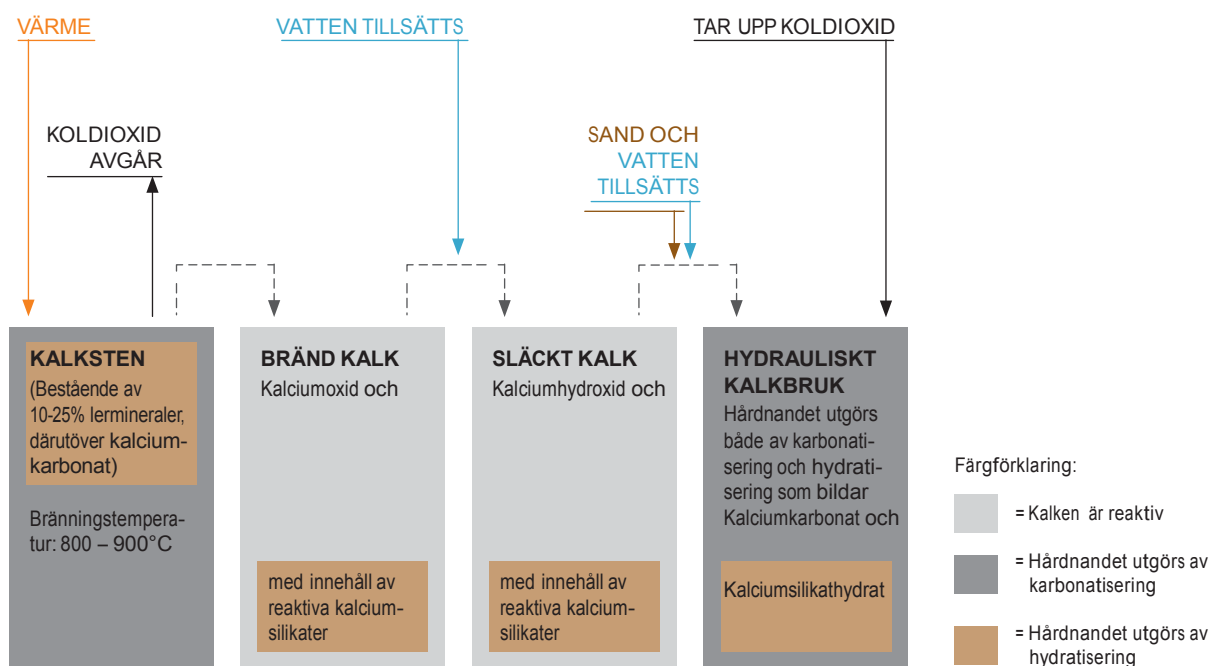
Generell beskrivning av kalkbruks hårdnande och släcknings metoder

Nedan illustreras det kemiska förlopp som sker i samband med brännings och släcknings processen. Med lermineraler avses hydrauliska komponenter kisel, aluminium och järn (Johansson 2004). Figureerna är hämtade från rapporten *Erfarenheter av bränning och släckning av Kinnekullekalksten* (Eriksson 2012, s. 11,13).

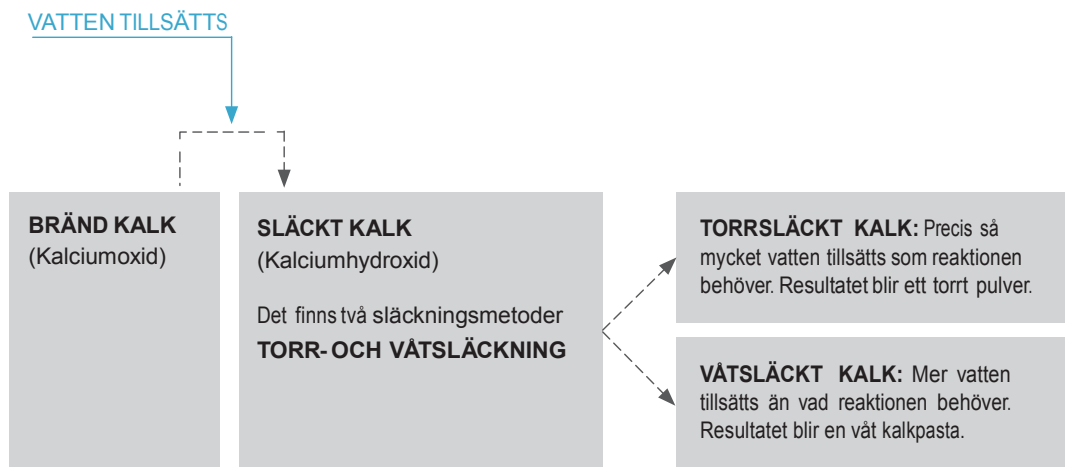
Generell beskrivning av lufthårdnande kalkbruks hårdnande



Generell beskrivning av hydrauliskt kalkbruks hårdnande



Generell beskrivning av släckningsmetoder



Bilaga 2. Diagram

