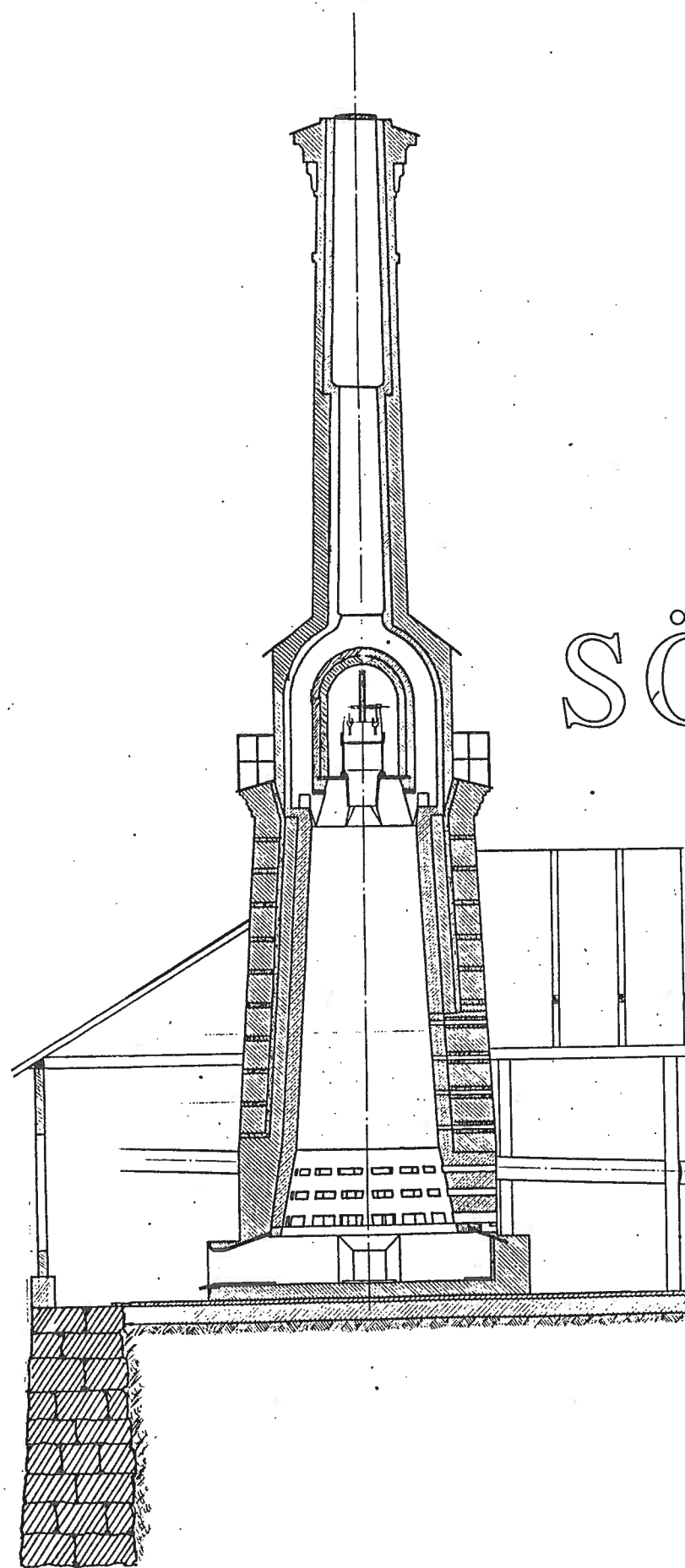


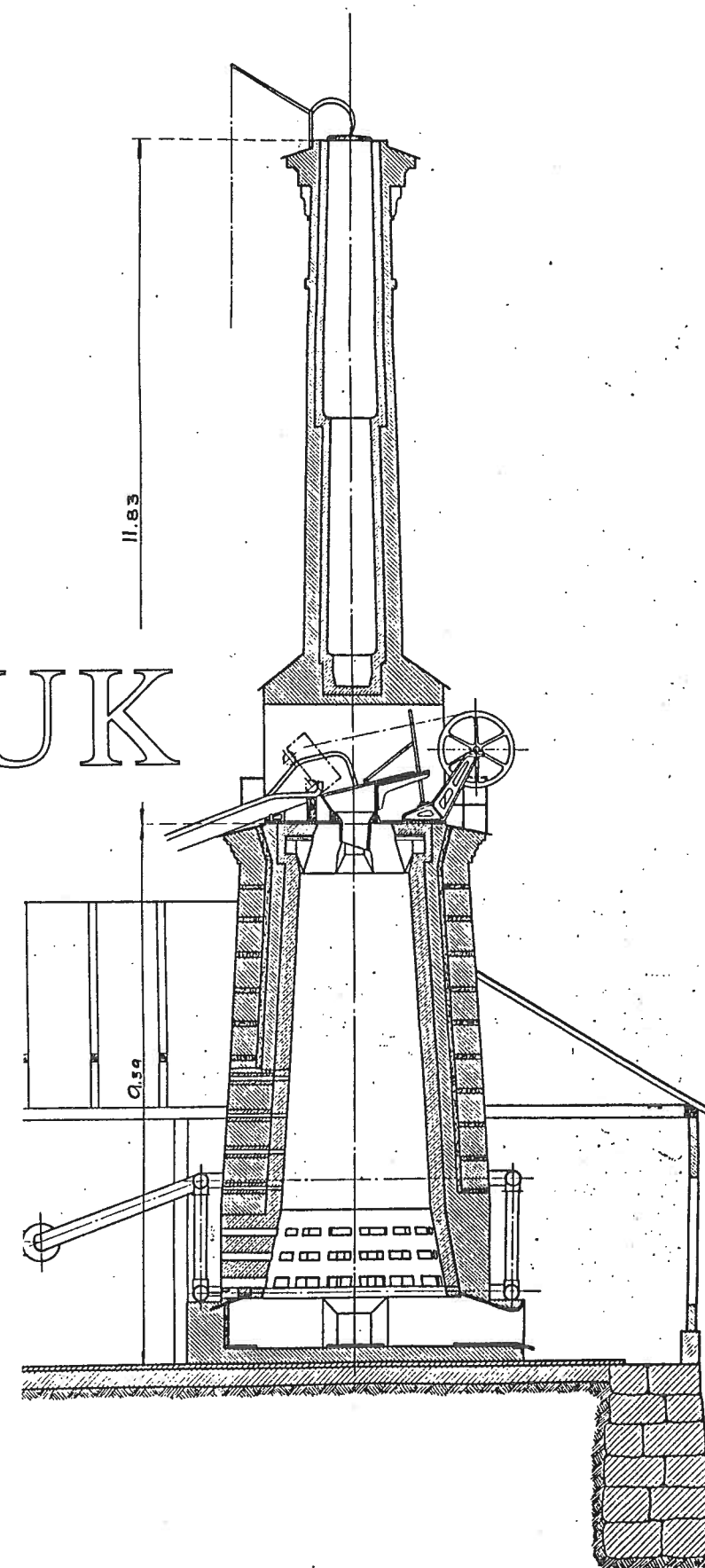


SÖDERFORS BRUK

MASUGNSANLÄGGNINGEN OCH WESTMANS ROSTUGNAR

Dokumentation - Restaurering

1993 - Jean-Paul Darphin



FÖRORD

Antalet kulturhistoriska byggnader är omfattande men mycket få har blivit föremål för en ordentlig och nödvändig dokumentation. Inom det kulturhistoriska byggnadsbeståndet har industribyggnader oftast enbart varit uppmärksammade som delar av större anläggningar. Sällan har de studerats för sig när det gäller funktion, byggnadsteknisk konstruktion, material, utformning m.m.

Söderfors är ett av de berömda järnbruken i Uppland som grundades på 1600-talet och det enda där järnframställning ännu pågår. Vid de flesta bruken har beklagligt nog huvuddelen av det äldre tekniska byggnadsbeståndet försvunnit, till stor del är det enbart bostadsbebyggelse, herrgårdsanläggningar och förvaringsbyggnader som bevarats. Så har även skett vid Söderfors där huvuddelen av de äldre tekniska byggnaderna löpande fått lämna plats för nya verkstäder. Ett fåtal tekniska äldre byggnader står ännu kvar, dock allmänt i förändrat skick, bland dessa Lilla Ankarsmedjan från 1700-talet och en del av mas- och rostugnsanläggningen från 1870-talet.

Rostugnarna i Söderfors utgör ett komplicerat exempel på ett hotat och illa åtgånget industriminne. Ugnarnas kulturhistoriska betydelse sträcker sig över flera fält. De utgör de enda kvarstående delarna av 1870-talets blästerhytta och det enda konkreta spåret av tackjärnsframställning i Söderfors. Samtidigt vittnar de om en specifik, representativ och väsentlig utveckling inom rostningstekniken. Westmans rostugnar som typ representerar det sista utvecklingssteget vid svenska blästerhyttor.

Söderfors bruk berörs till stor del av skyddsbestämmelser som tillkom genom byggnadsminnesförklaringen 1985. Endast tre f.d. industribyggnader omfattas dock av skyddet, bland dem Lilla Ankarsmedjan. Byggnaderna söder om älven, där rostugnarna är lokaliserade, berörs inte av skyddsföreskrifter.

Målet med studien har varit att genomföra en fördjupad dokumentation av den typ som bör förekomma i samband med projektering av restaureringsåtgärder eller ombyggnad. Studien berör byggnadens historik, tekniska funktioner, konstruktion, material, skador samt möjliga åtgärder m.m. Samtidigt har syftet varit att belysa de typer av rostugnar som förekommit vid järnbruken under 1800-talet och början på 1900-talet, samt tekniskt och historiskt skildra deras egenskaper.

Arbetet presenteras som ett översiktligt åtgärdsprogram som kan utgöra underlag för ett bevarande och restaureringsbeslut. Samtidigt kan materialet användas som underlag för en detaljerad projektering av restaureringsåtgärderna.

Begränsade resurser och tid har satt gränser för fördjupningsgraden av dokumentationen. För vissa skadebedömningar och restaureringsåtgärder, typ sättningsskador, krävs en fördjupad och specialiserad undersökning och projektering.

Arbetet har kunnat genomföras tack vare bidrag från Elna Bengtssons fond. Upplandsmuseet har bidragit med kopiering av fotomaterialet och rapporten. På samma grunder har ett liknande arbete om Lilla Ankarsmedjan utförts 1992.

Äldre illustrationer är tagna ur litteraturen, ritningar har hämtats ur Storas arkiv, övriga bilder, ritningar och teckningar är av författaren.

Uppsala, december 1993.

Jean-Paul Darphin

INNEHÅLL

Förord - Innehåll	1
SÖDERFORS	2
Platsen	2
ROSTNING AV JÄRNMALM	4
Principen	4
Primitiv rostning	4
Rostugnar	5
Westmans rostugn	6
Övriga rostugnar	8
WESTMANS ROSTUGNAR I SÖDERFORS	8
Ugnarna	8
Byggnaden	18
SKADOR OCH DYLIKT	25
Skador på byggnaderna	25
Skador på rostugnarna	27
ÅTGÄRDER	28
Bakgrund	28
Skorstenarna	29
Ugnarna	30
Rostugnsbyggnaden	31
Rostbåsbyggnaden	32
Övrigt	32
LITTERATUR OCH KÄLLOR	33

SÖDERFORS

Platsen

Söderfors järnbruk anlades på 1600-talet vid Dalälven i anslutning till Söderforsen. Mitt i den 150 m breda forsen låg då två holmar. Strömmen delade sig där i tre forsar: Storforsen, Mellanforsen och Smidesforsen. Masugnen och ankarsmedjorna anlades på båda sidorna om Smidesforsen, där vattenmängden var tillfredsställande och vattenflödet lämpligt för bl.a driften av vattenhamrarna. För att reglera vattenflödet skapades söder om forsen den s.k. Hålldammen, vilken var försedd med dammluckor.

Huvuddelen av de tekniska byggnaderna var förlagda på den västra holmen och på den östra delen av Järsön där herrgården, kyrkan och brukssamhället växte ut.

Holmarna var förbundna med varandra och med fastlandet genom broar. Mellanforsen fylldes igen i slutet på 1800-talet och Smidesforsen på 1910-talet, därmed blev de två holmarna förbundna med Järsön. Storforsen tystnade definitivt 1978 i samband med uppförandet av en ny kraftstation.

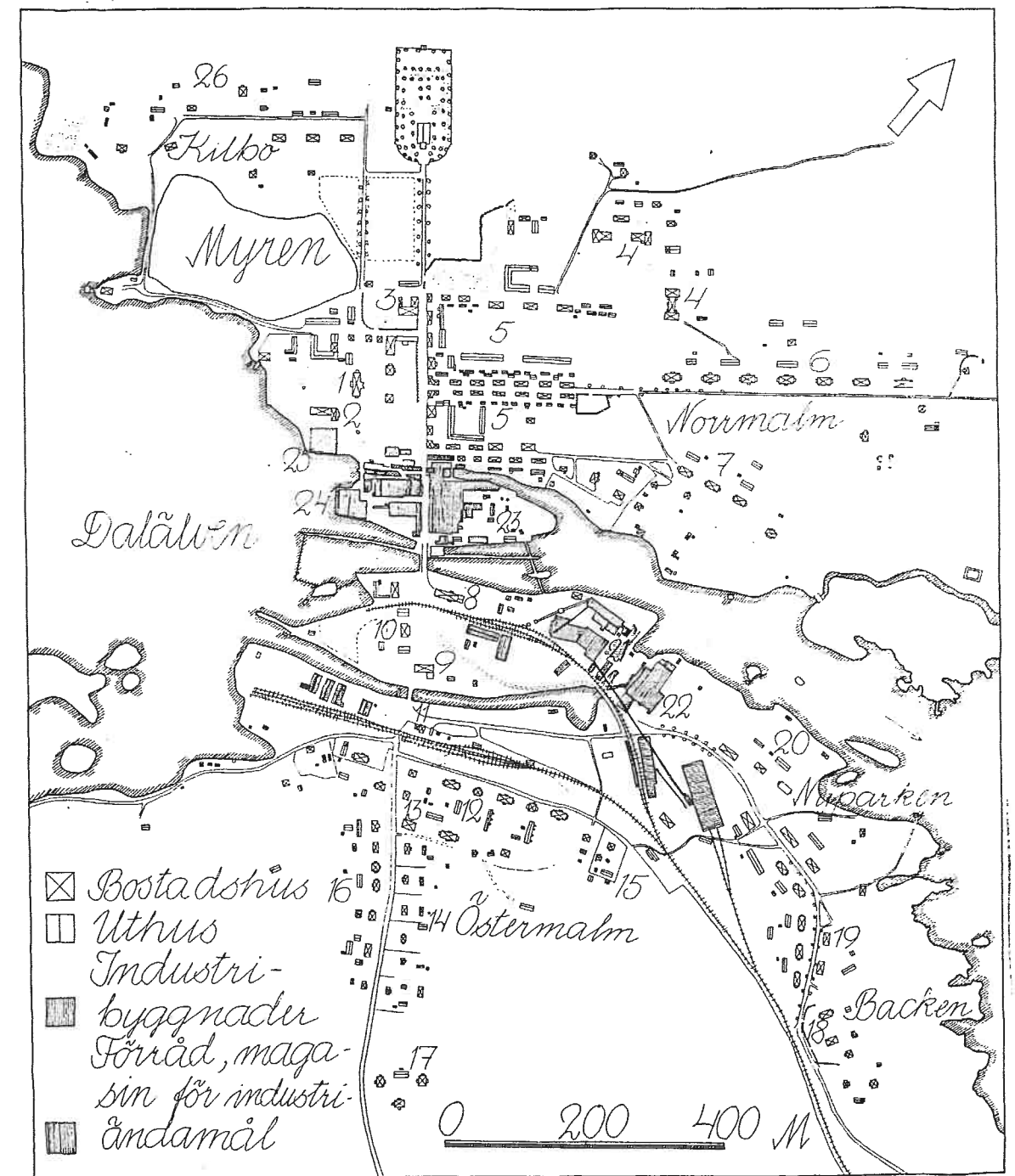
Industriområdet är numera koncentrerat öster om herrgården på de f.d holmarna samt på fastlandet. Sydost om det gamla industriområdet kring holmarna uppfördes, 1876-78 vid Dalälven, en ny masugnsanläggning. Blästerhyttan omfattade först en Westmans rostugn, men kompletterades 1888 med ytterligare en rostugn av samma typ.

Vid anläggningen uppfördes också under första världskriget en elektrisk ugn för tackjärnsframställning, en elektromasugn, dock utan några större framgång. Ugnen revs 1961.

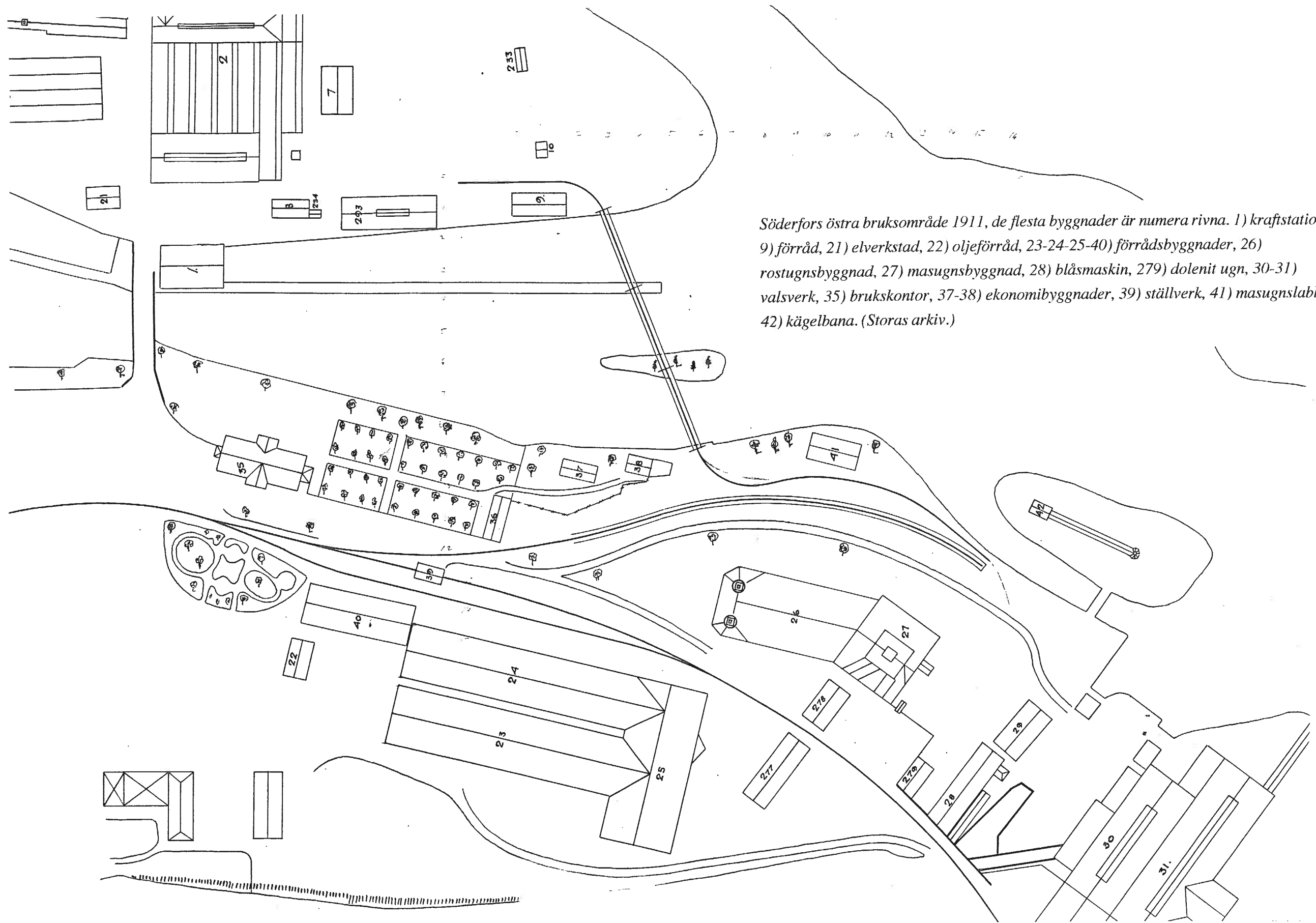
I anslutning till blästermasugnen tillkom 1920 även ett sintringsverk. Där agglomerades finkorniga järnmalmssligor till bläster- och elektromasugnarna. Sintringsverket täckte dock endast 75 % av blästerhyttans malmbehov. Rostad styckemalm användes därför fortfarande.

Med tiden blev tackjärnsproduktionen för dyr och blästermasugnen nedlades 1921 och som en följd av detta även rostugnarna. En stor del av anläggningen revs på 1940-talet, kvar finns rostugnskropparna och en mindre del av rostbåsbyggnaden.

Rostugnarna står vid utkanten till nuvarande industriområdet i sydost och ligger i anslutning till en av infarterna.



Plan över Söderfors bruk 1918. Sydost om den gamla bruksmiljön anlagd på Järsön och den västra holmen tillkom så småningom nya tekniska byggnader. Nummer 21 är den nya blästerhyttan med rostugnsanläggningen samt sintringsverket. (Ur Söderfors 300 år.)



Söderfors östra bruksområde 1911, de flesta byggnader är numera rivna. 1) kraftstation, 9) förråd, 21) elverkstad, 22) oljeförråd, 23-24-25-40) förrådsbyggnader, 26) rostugnsbyggnad, 27) masugnsbyggnad, 28) blåsmaskin, 279) dolanit ugn, 30-31) valsverk, 35) brukskontor, 37-38) ekonomibyggnader, 39) ställverk, 41) masugnslabby, 42) kägelbana. (Storas arkiv.)

ROSTNING AV JÄRNMALM

Principen.

Rostning är en metallurgisk process, vid vilken malm upphettas genom hetlufttillträde. I samband med detta undergår malmen, utan att smälta, en fysikalisk och kemisk förändring som omvandlar malmstycken till en form som underlättar dess vidare bearbetning.

Oxiderande rostning brukas för att ur sulfidmalmer eliminera svavel och arsenik men samtidigt även kolsyra och vatten. Genom rostningen oxideras svavel och arsenik som avdunstar i gasform. Förbränningen av svavlet sker på bekostnad av den tillförda luften och svavlet utgår i form av svavelsyra. Förekommer arsenik i malmen förvandlas denna till arseniksyra.

Svavelhaltiga malmer, som innehåller lättsmälta järnsilikat, smälter (sintrar) ofta på ytan under rostningen, vilket hindrar bildandet av svalvelsyra. För att undvika sintring infördes så småningom dubbelrostning, en uppvärmning i två etapper under skilda temperaturer. Vid första rostningen under låg temperatur sönderdelas silikatet i sina beståndsdelar, järnoxid och kiselsyra. Därefter kan svavlet avlägsnas vid andra rostningen som sker under högre temperatur.

När endast en rostning tillämpades utfördes denna med långsam stigande temperatur för att försöka uppnå ett liknande resultat som vid dubbelrostning.

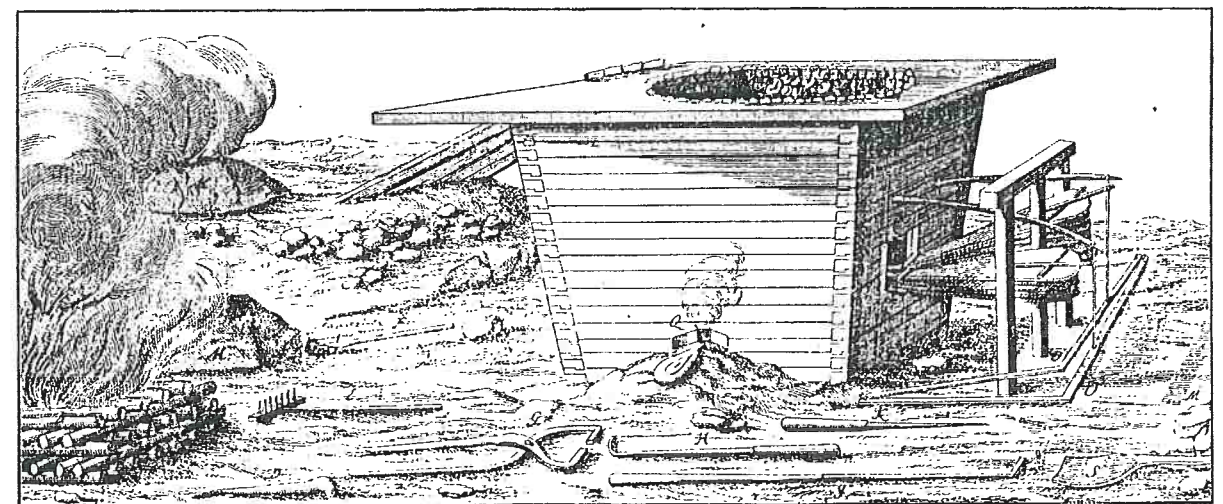
Rostningen underlättar därmed malmens efterföljande reduktionssmältning varvid, samtidigt med svavlets oxidation, bildade metalloxider reduceras till metaller. Rostningen har till uppgift att avlägsna svavel m.m. men även att göra malmen lättkrossad. Genom rostningen följer en ändring av malmens fysiska beskaffenhet. Under upphettningen av malmstycket sprider sig temperaturen ojämnt från ytan till kärnan, medförande spänningar som framkallar sprickor. Genom utdrivande av vatten och kolsyra ökar också porositeten och malmgodset blir därmed skörare. Denna inledande process underlättar krossningen och därefter inträngandet av koloxidgasen under reduktionsarbetet i masugnen.

Primitiv rostning.

Malmrostning har tillämpats sedan urminnes tider och sjö- och myrmalmerna genomgick redan då en enkelform av rostning, på eldbäddar. Senare förbättrades tekniken genom att malmen staplades i alternerande skikt med ved, och rostningen utfördes enligt en liknande princip som vid kolmilor. För att öka bränningseffekten och skydda malmmilan från blåst nedgrävdes milan oftast i en backslutning. I andra fall uppfördes gråstensmurar kring tre av milans sidor, vilka avgränsade rostbåsen. Så småningom utvecklades tekniken genom uppförandet av fyra kringgående murar, med öppningar på lämpliga höjder för luftinsläppen.

Traditionella rostgropar rymde ca 250 m³ malm och kol. Malm och bränsle varvades över varandra i bäddar, bränslet bestod av grov ved och träkol. Gropöppningen täcktes därefter med stybb. I rostgroparna var bränsleförbrukning i genomsnitt 0,5 m³ ved, 1,5 hl träkol samt 4,5 hl träkolsstybb per ton malm. För att minska bränsleförbrukning och nå en bättre förbränning gick utvecklingen mot djupare gropar och längre rostningstider.

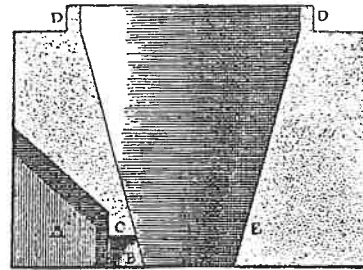
Detta primitiva sätt att rosta i gropar var en arbetskrävande och tidskrävande lösning som gav ett ojämnt resultat.



Avbildning av hantverksmässig järntillverkning i Sverige enligt E. Svedenborg. Vänster om masugnen och i förgrunden ses en brinnande rosthög, bakom denna finns två rykande högar av färdig rostad malm. (Ur Uppfinningarnas bok, V. 1902.)

Rostugnar.

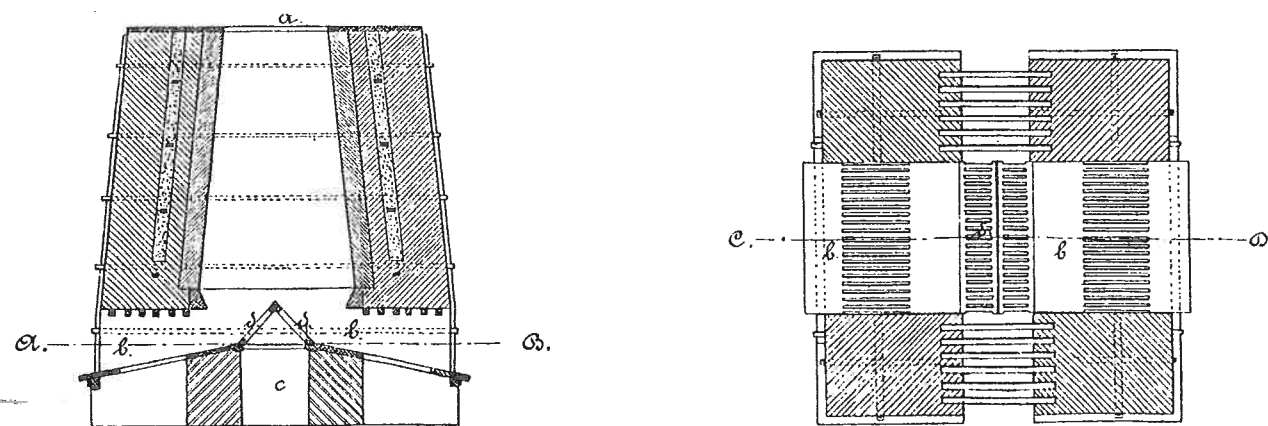
I syfte att spara bränsle och förbättra rostningen utvecklades och prövades så småningom olika typer av rostugnar, delvis konstruerade enligt olika principer. Sålunda användes schaktugnar med invarvat bränsle, vedeldade flamugnar med separata eldstäder samt slutligen olika masugns gaseldade schaktugnar enligt Westmans princip.



Medan man i Sverige länge tillämpade rostning i rostgropar utvecklades tidigt på kontinenten enkla rostugnar. Bilden visar en schaktugn från mitten av 1700-talet som användes för malmrostning i Dauphiné, Frankrike. (Ur Uppfinningarnas bok, 1928.)

Den första svenska rostugnen uppfördes 1808 av W. Rappe på Braåesen i Kronobergslän. Ugnen var konisk, 3,5 m hög och försedd med rostgaller i botten.

Mest kända bland de första rostugnarna är J. Schedins ugn fr. 1828. Ugnen med koniskt nedåtvänt ugnschakt var avsedd för kontinuerlig drift, den eldades med kolstybb och små kol som blandades med malmen. Ugnen var uppförd som en fristående konstruktion, med fyrkantig bassektion och tegelmurar förstärkta med dragjärn. I underdelen fanns två tömningsgluggar. Ugnen användes fram till 1859.



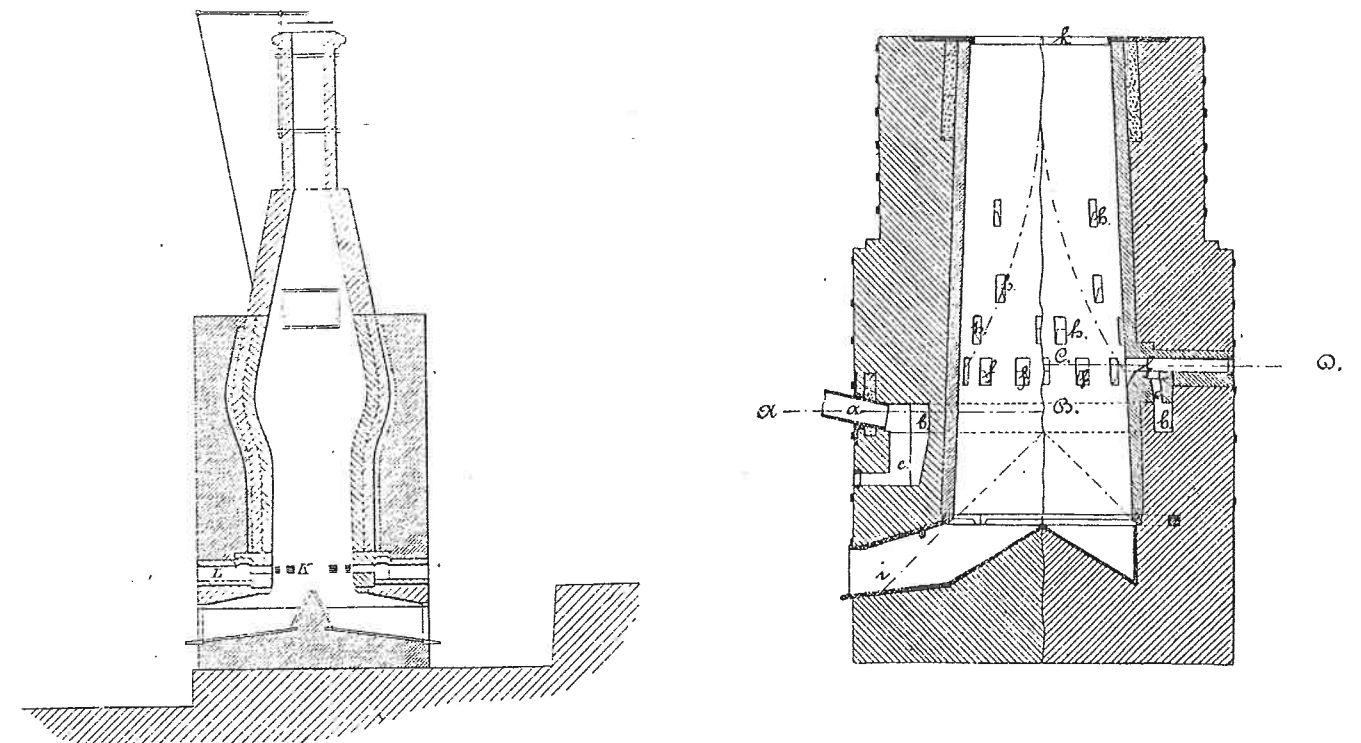
Schedins stybbugn från 1828. Plan- och tvärskäring. (Ur Uppfinningarnas bok, V. 1902.)

Utifrån denna ugnstyp pågick en utveckling som strävade att skapa en ugn med kontinuerlig drift som kunde ge en väl och jämn rostad produkt. Rostningen skulle samtidigt kunna utföras med minsta möjliga bränsleförbrukning.

Med dessa förutsättningar som utgångspunkt skapades flera förbättrade ugnstyper där eldning skedde med ved i särskilda eldstäder. Malmens upphettning åstadkoms genom de uppgående varma rökgaserna. Dessa ugnar fick dock aldrig någon större spridning.

Redan på 1840-talet började man använda den överflödiga masugns gasen som bränsle vid rostningsprocessen. Den första ugnen uppbyggd på denna princip skapades av N. Starbäck vid Långhyttan. Konstruktionen hade dock brister och gav en ojämnt rostad malm p.g.a. att gasen infördes genom ett rör vid ena sidan.

J. Åkerman och J.G. Clason utvecklade dock principen för Starbäcksupgnen och en förbättrad rostugn för eldning med gas uppfördes vid Tanninge 1848. Ugnen var försedd med gasluggar kring hela schaktet och gastillförseln genom dessa kunde regleras med hjälp av ett spjällsystem.



Starbäck's gaseldade rostugn från 1840, till vänster samt Åkermans och Clasons förbättrade rostugn från 1848. (Ur Uppfinningarnas bok, IV. 1922, V. 1902.)

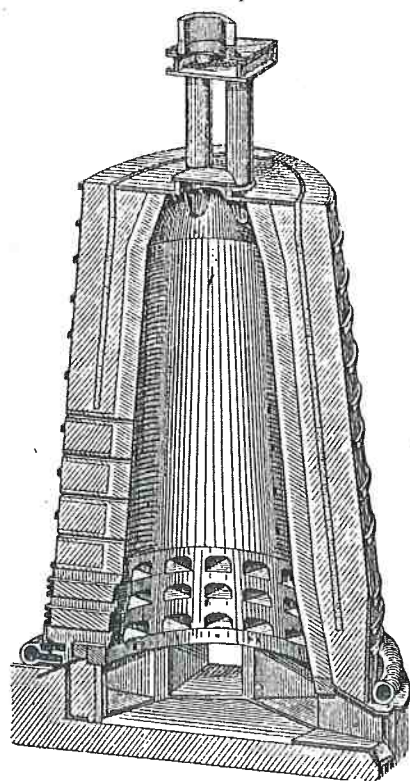
Westmans rostugn.

Rostugnens tekniska genombrott kom genom E. Westmans vidareutveckling av den gaseldade rostugnen. Prototypen uppfördes vid Dannemora 1850. Westman hade konstaterat att Dannemoramalmen, som var den dominerande råvaran vid de flesta svenska järnbruken, på grund av sin sammansättning krävde högre rostningstemperaturer än man hittills lyckat uppnå. Det var ett av problemen som den nya ugnen skulle lösa.

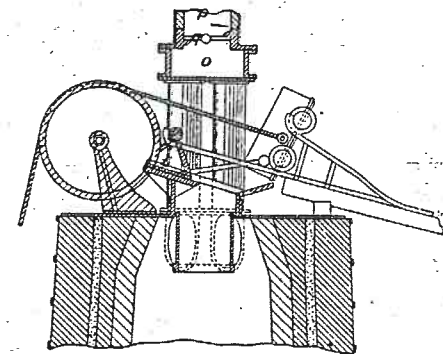
Efter en vis utveckling av ugnstypen uppförde Westman 1867, vid Karlstals bruk, en gaseldad rostugn med tillfredsställande konstruktion.

Westmans rostugn var en schaktugn, ca 9 m hög och med en diameter av ca 3 m. I nedre delen av ugnen fanns mellan 5 och 8 gluggar för uttagning av den rostade malmen. Invändigt fördelades gasgluggarna kring ugnens nedre del strax över tömningsvalven. Gasen leddes från masugnen i isolerade rör till en ringtrumma, som omslöt själva ugnen. Från trumman fördelades gasen genom små rör till gasgluggar i ugnens murverk, runt schaktet. Lufttillförseln kunde regleras genom tömningsvalven i nedre delen av ugnen, vilka var försedda med luckor med reglerbara ventiler.

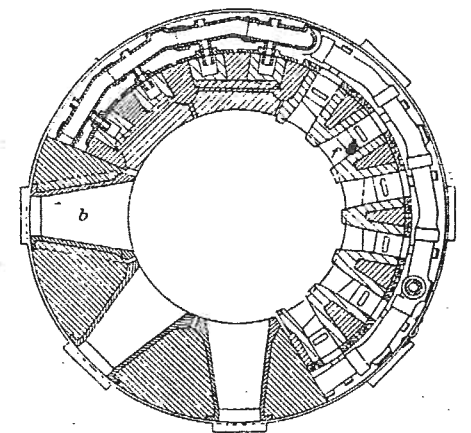
Ovanför raden med gasgluggar fanns ytterligare två rader av gluggar, s.k. spetsgluggar, försedda med järnluckor. I ugnens murverk, över dessa, fanns ytterligare rader med små öppningar som möjliggjorde spettning. På detta sätt kunde man skaka loss den glödande malmen som fastnade på ugnens ytor.



Sektion av Westmans rostugn. Westmans rostugn är en schaktugn avsedd för rostning av styckmalm. Den eldas med den överflödiga masugns gasen från hyttan. Gasen leddes med rör från masugnen till en ringtrumma kring rostugnens bas. Därifrån fördelades gasen vidare genom små rör och gluggar till schaktet. Ugnen matades med malmstycken uppifrån genom en transportbana och tömdes nedanför genom 5-8 uttagsvalv. Förbränningsgaserna från ugnen avleddes ursprungligen genom fyra plåtrör uppställda kring kransen. (Ur Uppfinningarnas bok, V. 1902.)



Sektion av Westmans rostugn. Westmans rostugn är en schaktugn avsedd för rostning av styckmalm. Den eldas med den överflödiga masugns gasen från hyttan. Gasen leddes med rör från masugnen till en ringtrumma kring rostugnens bas. Därifrån fördelades gasen vidare genom små rör och gluggar till schaktet. Ugnen matades med malmstycken uppifrån genom en transportbana och tömdes nedanför genom 5-8 uttagsvalv. Förbränningsgaserna från ugnen avleddes ursprungligen genom fyra plåtrör uppställda kring kransen. (Ur Uppfinningarnas bok, V. 1902.)

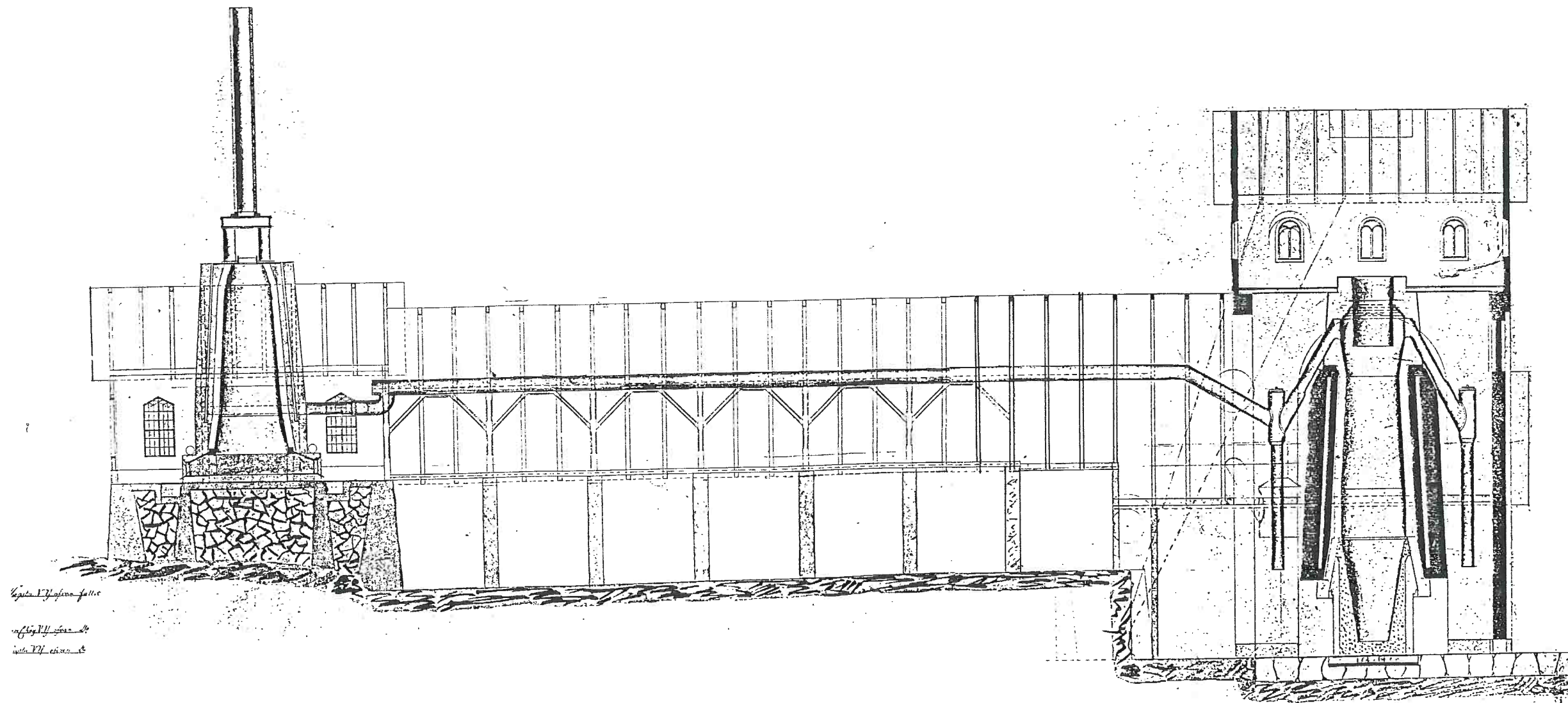


Bassektionen av ugnen i olika nivåer visar uttagsvalv, insprutningsgluggar för gasen och spetsgluggar. (Ur Uppfinningarnas bok, IV. 1922.)

Ugnen matades med råmalm uppifrån, genom en transportbana på vilken drogs vagnar fram till ugnskransen. Vagnarna (s.k. "hund") med råmalm tippades automatiskt i ugnsmynningen, som vanligen var försedd med lucka.

Ursprungligen avleddes förbränningsavgaser från ugnen genom fyra vertikala plåtrör uppsatta kring ugnskransen. Dessa rör bildade valv över ugnens matningsyta och förenades upptill i en gemensam skorsten med pipa av plåtrör. Man upptäckte dock så småningom att roströken, innehållande bl.a. svavelsyra, hade en kraftigt frätande effekt på rörplåten. Av den anledningen ersattes senare plåtrören och plåtskorstenen med murade kanaler och skorsten.

Efter rostningen tömdes ugnen, allt eftersom malmen sjunkit, genom uttagsgluggarna i botten. Malmen revs därefter ut på golvet för svalning för att därefter transporteras till malmbås i närheten. För ändamålet användes små plåtkärror. Ugnens produktion motsvarade ca 4 ton malm / dygn per uttagsglugg.



Själva masugnen, med fyra blästerformar, var uppförd som fristående konstruktion utan stödmurar, stället och pipmurarna bars upp av kraftiga gjutjärnspelare. Anläggningen, som omslöt av en skyddande lätt trä- och tegelkonstruktion, omfattade även vattendrivna kolvblåsmaskiner, en Tholanders rörvarmapparat, en Westmans rostugn med 8 uttagsgluggar, bås för rostad malm, m.m.. Masugnen och rostugnen var förbundna med varandra genom en byggnad som inrymde förvaringsbås för den rostade malmen. Under byggnadslängans tak löpte även gasröret mellan masugnen och rostugnen.

Den första rostugnen uppfördes i västra delen av rostugnsbyggnaden. Ugnen utrustades ursprungligen med skorsten av plåtrör. Matningsbanan för malmen var uppförd mot byggnadens västra kortsida.

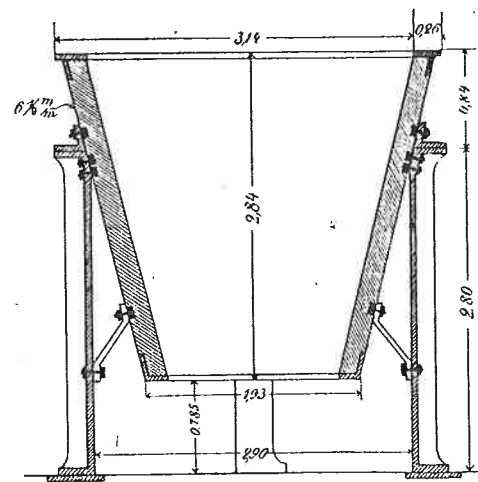
Ritningen, troligen den äldsta, till masugnsanläggningen visar till vänster rostugnsbyggnaden, i mitten rostbåsen och till höger masugnsbyggnaden. Masugnsgasen leds till rostugnen genom ett rör. Anläggningen är uppförd på tre olika nivåer. Taket till rostugnsbyggnaden uppfördes med en annan utformning än på ritningen. (Storas arkiv.)

Westmans rostugnar blev, under 1800-talets sista decennier, helt dominerande inom den svenska järnindustrin. Men med införandet och spridningen av sintringsprocessen (sintringsugnar) i början på 1900-talet, togs emellertid rostning med denna ungstyp ur bruk.

Övriga rostugnar.

För spat- och minettmalmer användes även stora rostningsugnar, vilkas verkningssätt i princip var desamma som i Westmans ugn. Dessa ugnar hade dock förhållandevis låga, horisontellt långsträckta schakt i vilka malmen brändes med hyttgas.

Utomlands rostades sällan malmen för avlägsnande av svavelhalten. Där användes dessutom vanligtvis koks som bränsle, vilken innehåller upp till 1 % svavel som inte kan avlägsnas. I Tyskland användes därför, för bortdrivning av kolsyra, enkla och öppna rostugnar där malmen blandades med kolstybb. Sådana ugnar kunde rosta 40 till 50 ton malm per dygn.



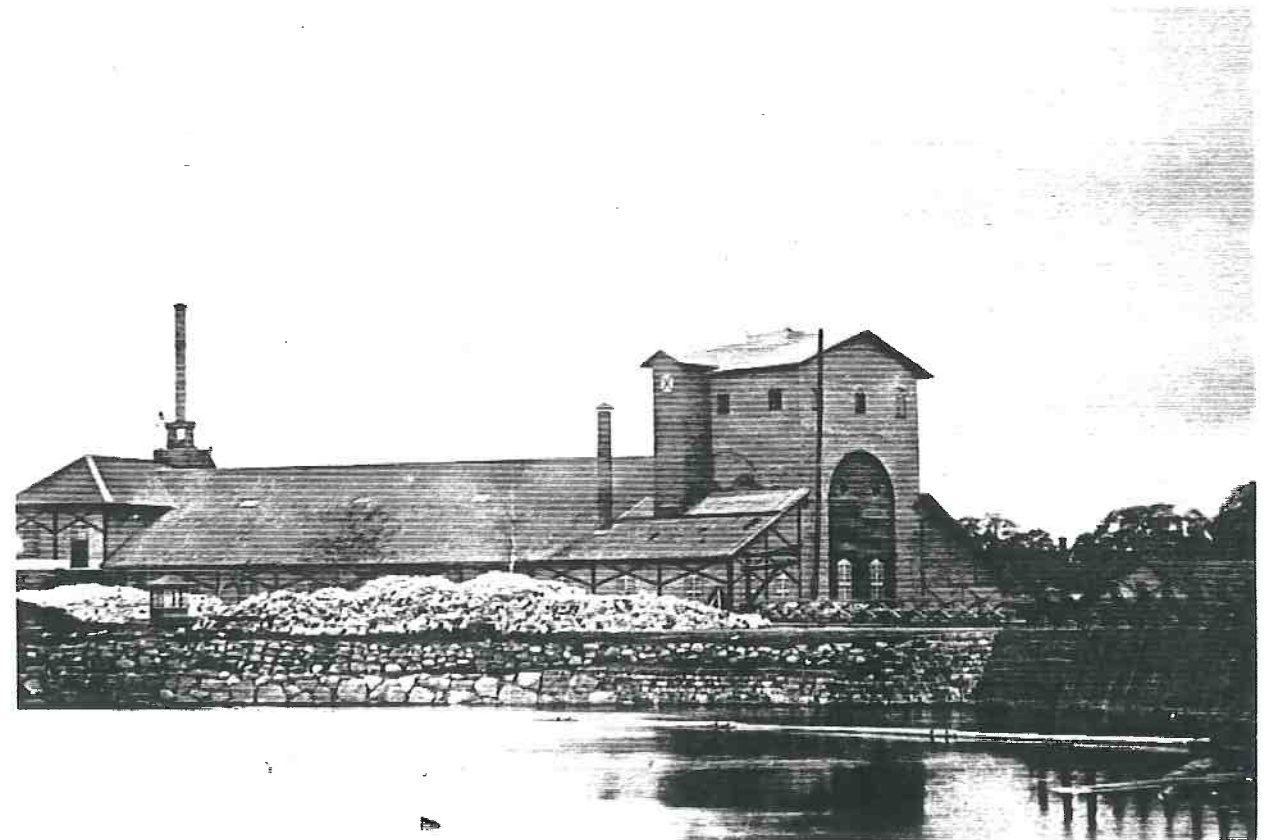
Tysk rostugn från järnverket i Siegen. (Ur Uppfinningarnas bok, V. 1902.)

WESTMANS ROSTUGNAR I SÖDERFORS

Ugnarna.

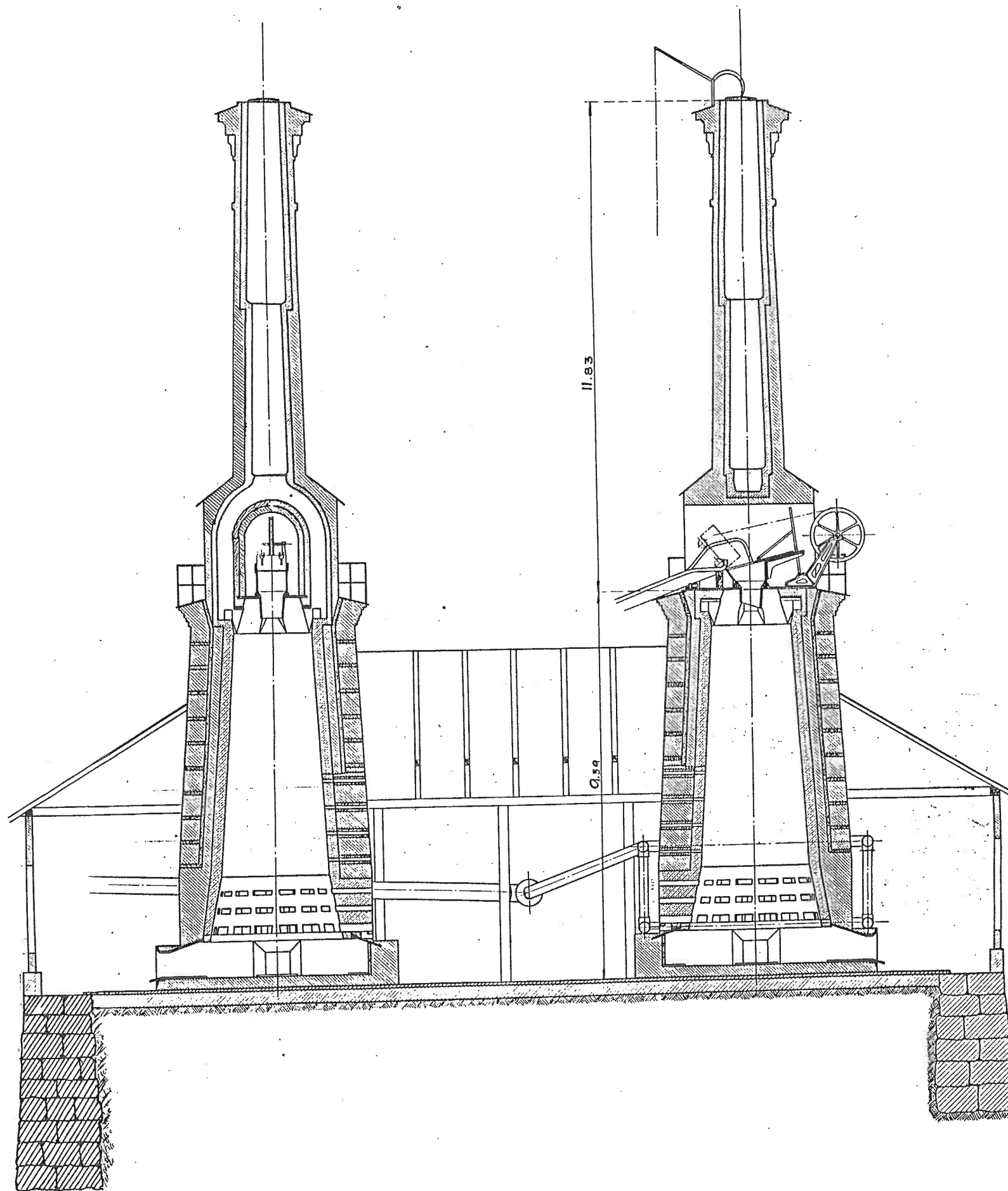
Efter tio år experimenterande installerades, i juli 1861, den tredje Westmanska ugnsvarianten och den första av den typen i Söderfors. Ugnen uppfördes i anslutning till den gamla hyttan på Jörsön vid norra sidan om Smidesforsen.

Efter en förödande brand i hammaren 1874 flyttades masugnsdriften till ett nytt område på södra sidan av älven, där det gamla tegelbruket legat. Området hade samma år, genom stickspår, blivit anslutet till järnvägen vilket fick stor betydelse när man beslöt att uppföra en ny hytta. Den nya blästerhyttan med masugn och rostugn byggdes mellan 1876 och 1878. Inom samma område uppfördes redan 1873 även ett stångjärnsvalsverk för utvalsning av smidda ämnen.



En ny masugn uppfördes 1876 — 78. Valsverkskanalen i förgrunden.

Masugnsbyggnaden kort efter invigningen 1878. I förgrunden masugnstornet och i bakgrunden rostugnsbyggnaden. Vid denna tidpunkt fanns enbart en rostugn utrustad med skorsten av rörplåt. (Ur Söderfors förr.)



Dannemoramalmen som användes i Söderfors innehöll relativt höga halter av kalk och svavel. Av den anledningen infördes så småningom dubbelrostning för malmen och rostningsanläggningen utökades 1888 med en andra Westmans rostugn. Vid dubbelrostning utfördes först en så kallad "kallrostning" med lägre temperatur i den ena ugnen och därefter ytterligare en rostning vid högre temperatur i den andra ugnen.

I samband med uppförandet av den nya ugnen ändrades, med all sannolikhet, skorstenkonstruktionen på den äldsta ugnen. Båda ugnar fick tegelskorstenar av samma typ och utformning. Orsaken till den nya skorstenstypen var svavelgasernas frätande verkan på plåten.

Rostugnsanläggningen är uppförd på en ca 3,5 m hög sockel av huggen gråsten. Rostugnarna som är nästan lika varandra, konstruerades med 8 uttagsgluggar avsedda för tömningen av den rostade malmen. Murverket i ugnarna (ugnspipan) är uppförda med eldbeständigt radialtegel i en typ av blockförband där koppskiktet utgörs av en speciell tegelsten som täcker den dubbla raden av löpstenar. Tegelstenarna är av tre olika storlekar och till varje ugn var deras totala antal beräknat till 6000 st.

Ugnarnas yttre mantel (stödmurarna) är på den äldsta ugnen (västra ugnen) uppförd med gult liggande tegel i blockförband. Den yngre ugnens mantel är däremot uppförd med vertikalt stående rött tegel. Enligt ritningen lär ugnarnas stödmurar vara uppförda med invändiga töjningsfogar av sand eller aska, som medger volymförändringar i murverket i samband med temperaturändringar. Ugnarnas socklar och tömningsvalv är utförda med liknande tegelstenar i liggande förband.

Utvändigt är ugns kropparna (stödmurarna) förstärkta genom utanpåliggande dragband av smitt järn.

Rostugnsbyggnaden var kopplad till masugnsbyggnaden genom en trä- och tegelbyggnad som inrymde lagringsbås för den rostade malmen.

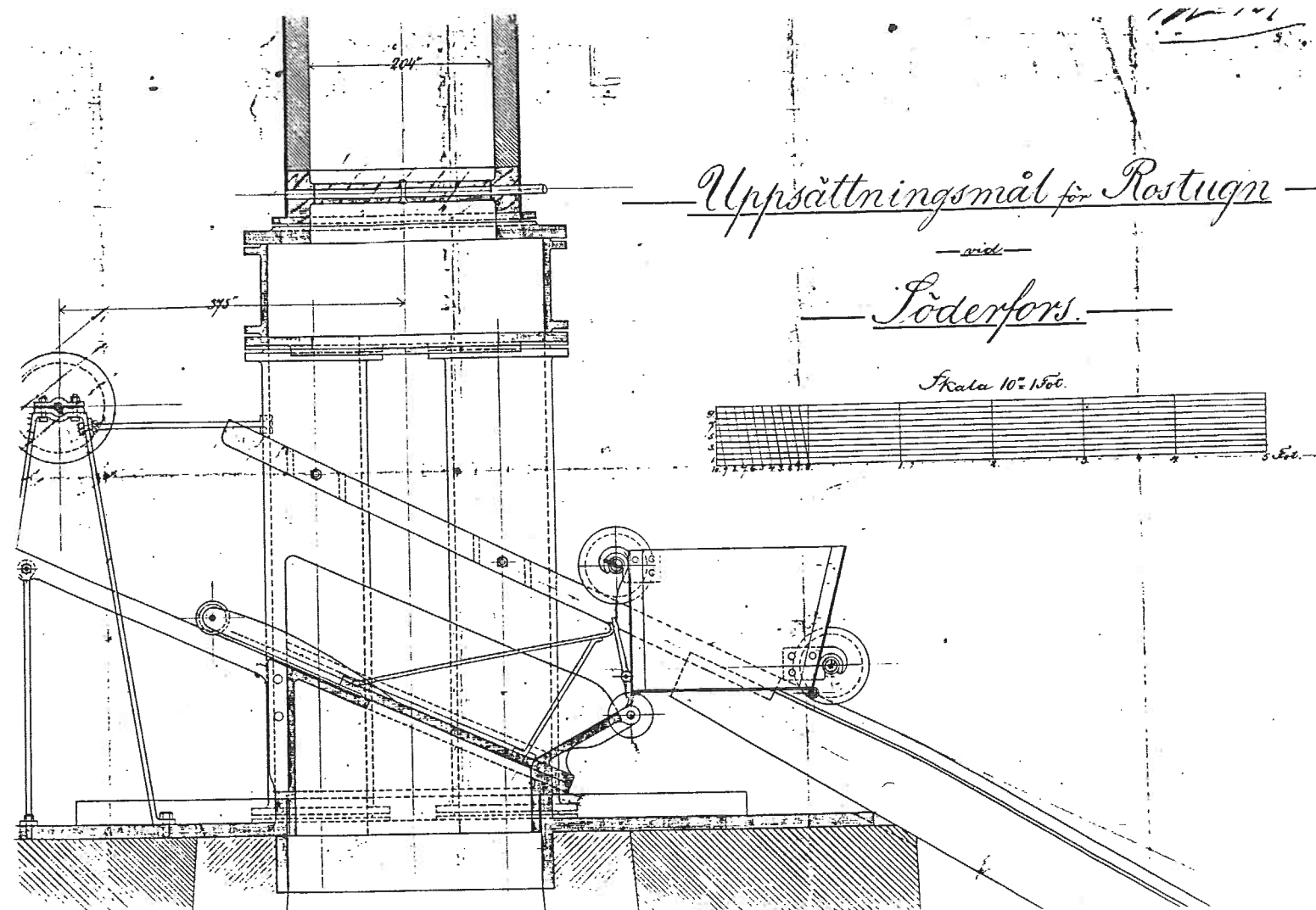
Masugnsgasen leddes från masugnen till rostugnarna genom ett rör som löpte inom samma byggnad. Huvudröret anslöt till varje ugn genom två rörtag, som ledde till två ringtrummor av gjutjärn uppställda i två nivåer kring själva ugnskroppen, den nedersta strax över tömningsluckorna. Från ringtrumorna fördelades gasen genom små rör in i ugnen.

I ugnarna, över tömningsvalven och strax över rostgallret med gasgluggar, finns ytterligare två nivåer av gluggar försedda med luckor. Gluggarna användes för att spetta bort malmen som kunde fastna på ugnens insidor. Över dessa, på fyra nivåer, finns i ugnens murverk rader med små genomgående öppningar som möjliggör spettningen av malmen i de övre delarna av ugnschaktet.



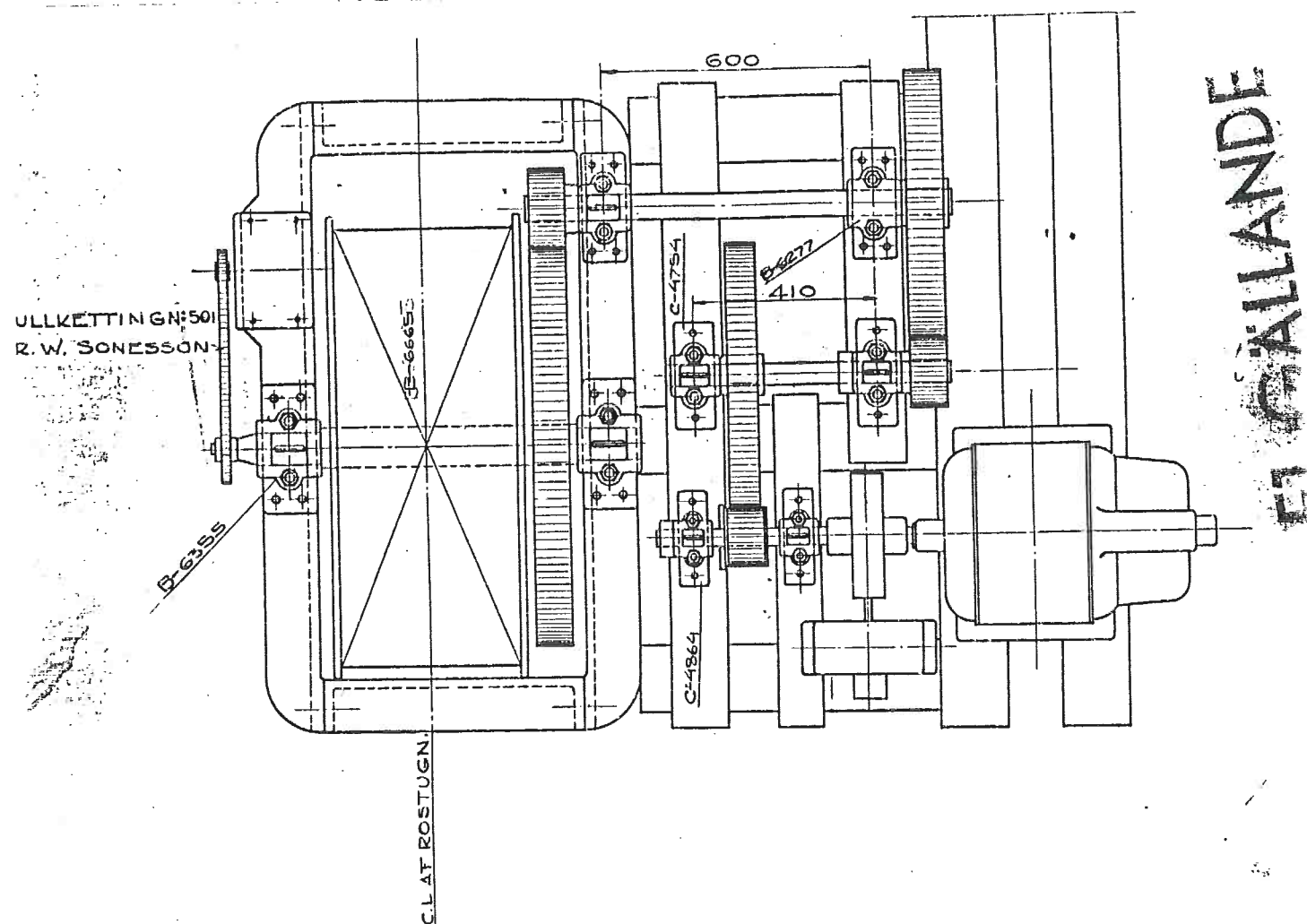
Rostugnarna matades uppifrån med malmstycken som transporterades i plåtvagnar, kallade "hundar". Vagnarna drogs upp, med hjälp av stålsladdar och spel, på en träbana försedd med räls. Längs rälsbanan, på varje sida, fanns serviceramper. Vagnarna tippades automatiskt när de nådde ugnskransen. Notera den enkla elbelysning vid plattformen. (Ur Söderfors förr.)

Detaljritning till den äldsta tippningsmekanismen för skophissens vagnar, i höjd med ugnskransen. Konstruktionen är anpassad till den första skorstenstypen som bestod av järnrör. (Storas arkiv.)

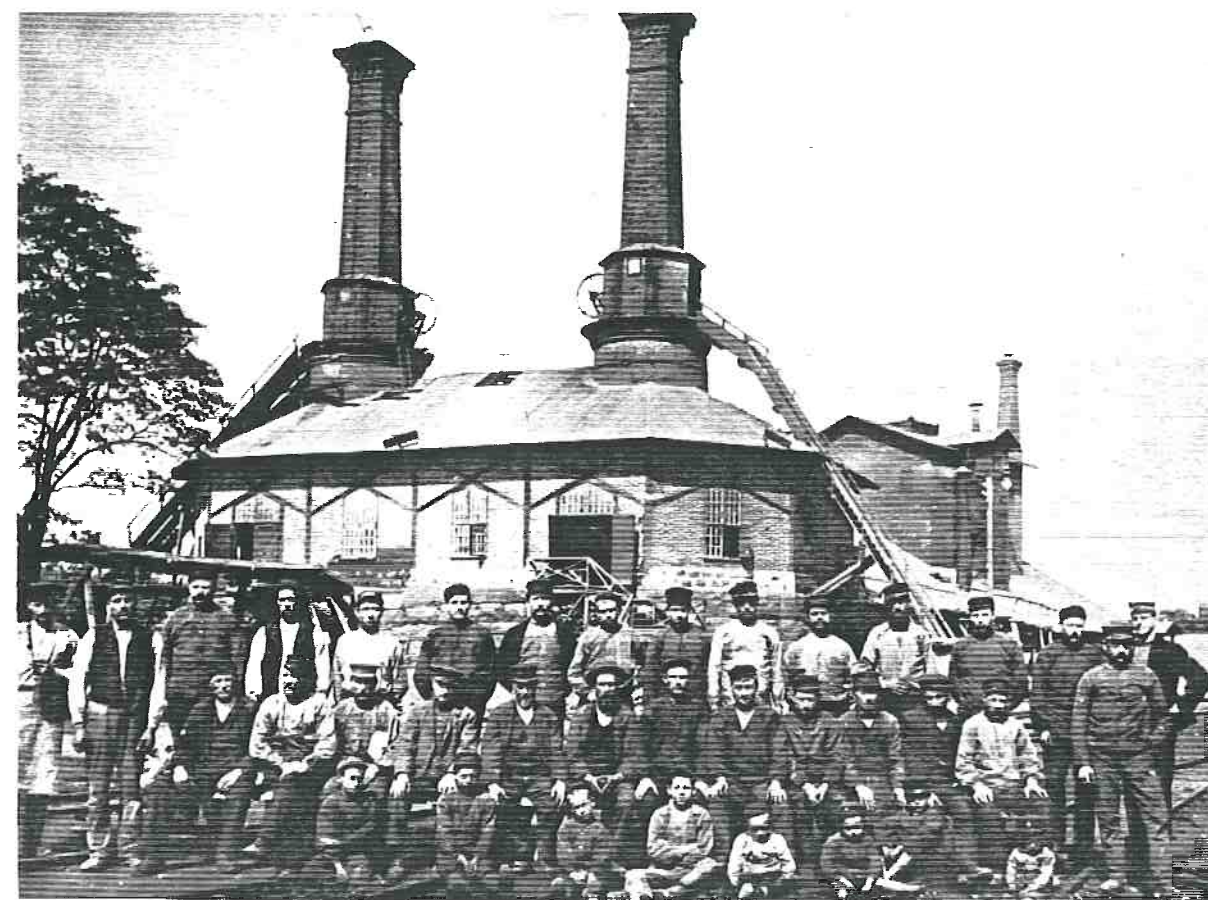
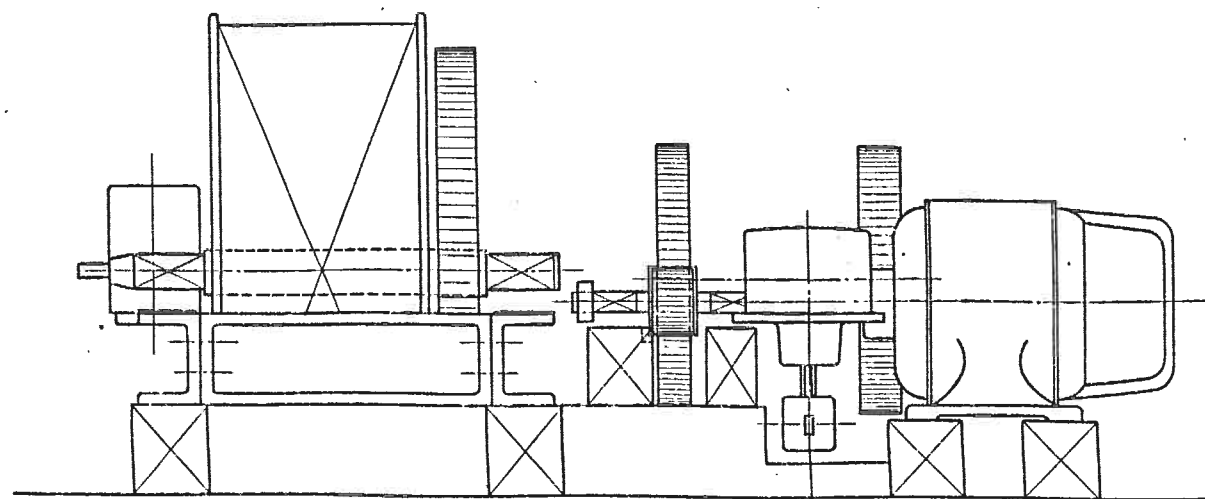


Skorstenens bas utgörs av rökkanalerna som bildar valv över ugnskransen. I valvets murverk fördelas rökgångarna i dubbla kanaler på varje sida. Valven möjliggjorde matningen av ugnarna med malmstycken som togs upp och tippades med hjälp av utvändiga transportbanor.

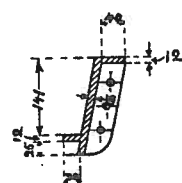
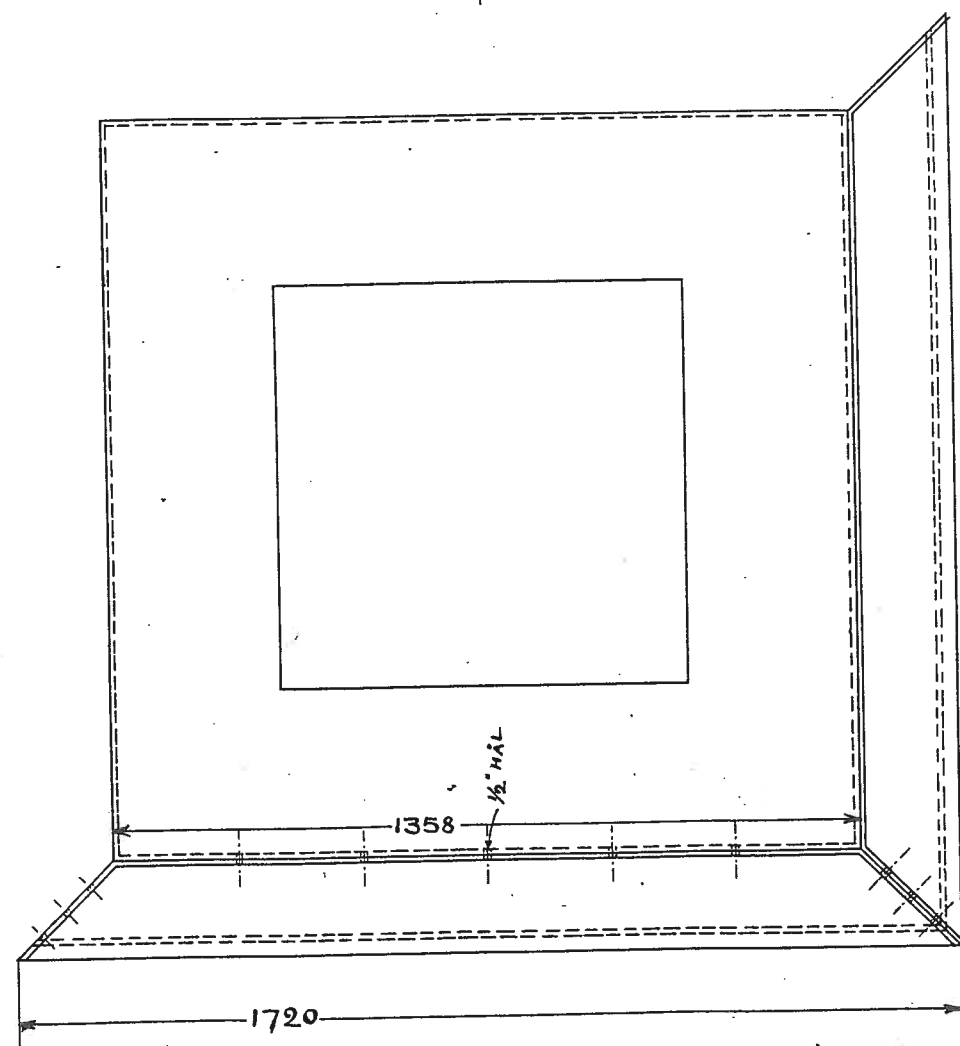
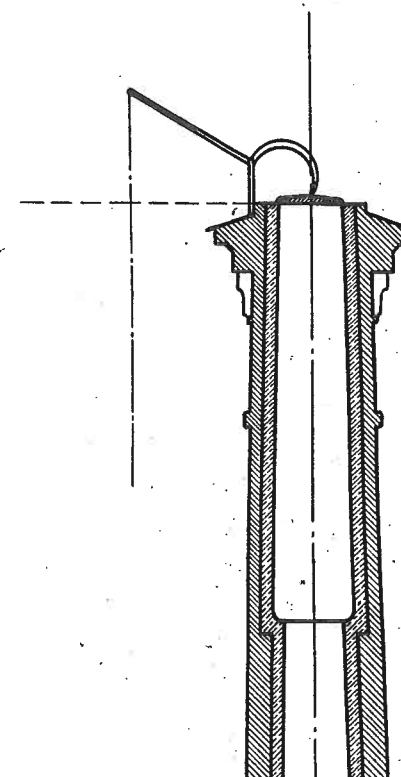
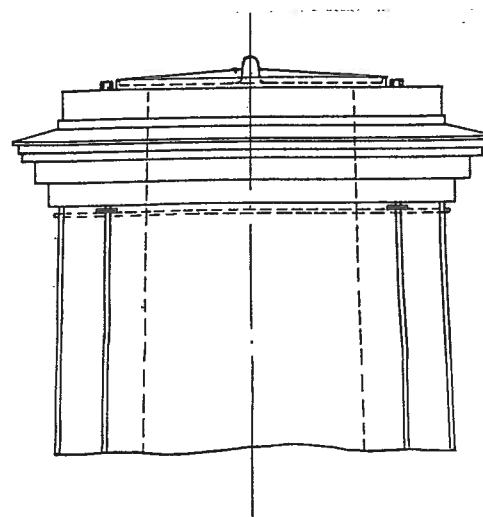
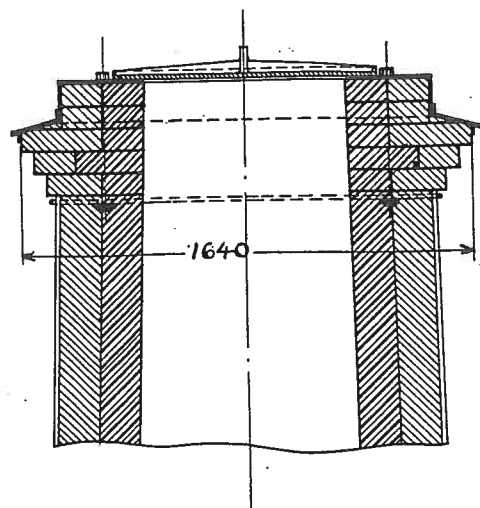
Ugnskransarna var kopplade till utgående vagnbanor som tippade malmen automatiskt uppifrån, under skorstenarnas valv, i ugnarna. Malmen transporterades på detta sätt från uppställningsplatserna, anlagda i anslutning till byggnaden på varje sida. Spelanordningen för vagnarna drevs genom elmotorer uppställda i byggnaden.



Ritning till det elektriska rostugnsspel som installerades i rostugnsbyggnaden 1922. Spelet bestod av en elektrisk motor som drev en linrumma vilken drog ställinan till skophissen. (Storas arkiv.)



Arbetslag framför rostugnarna, troligen kring sekelskiftet. Lägg märke till de små barnen som ingick i laget. Rostugnsanläggningen kompletterades 1888 med ytterligare en rostugn av samma modell som den första. I samband med detta ersattes dock plåtskorstenen över västra ugnen (till vänster) med en tegelskorsten. Ugnarna matades med hjälp av transportbanor uppsatta på varje sida av byggnaden. (Ur Söderfors förr.)



1/20 - 1/10 1908
EJ GÄLLANDE
SÖDERFÖRS BRUK.
 HYTTAN. ROSTUGNARNE.
 TÄCKPLÅT TILL ROSTUGNS-SKOR-
 STEN.

AB 1251

Konstruktionsritningar till täckplåt för rostugnarnas skorstenar. Täckplåten fungerade som lock och kunde manövreras genom ett spjäll. (Storas arkiv.)

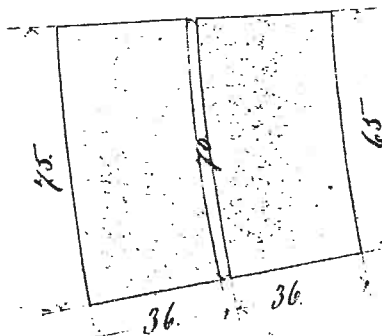
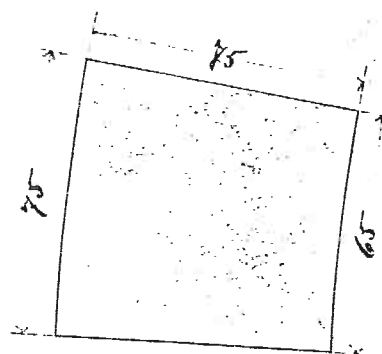
48 kr.

~~E. 14.~~

Nr 120

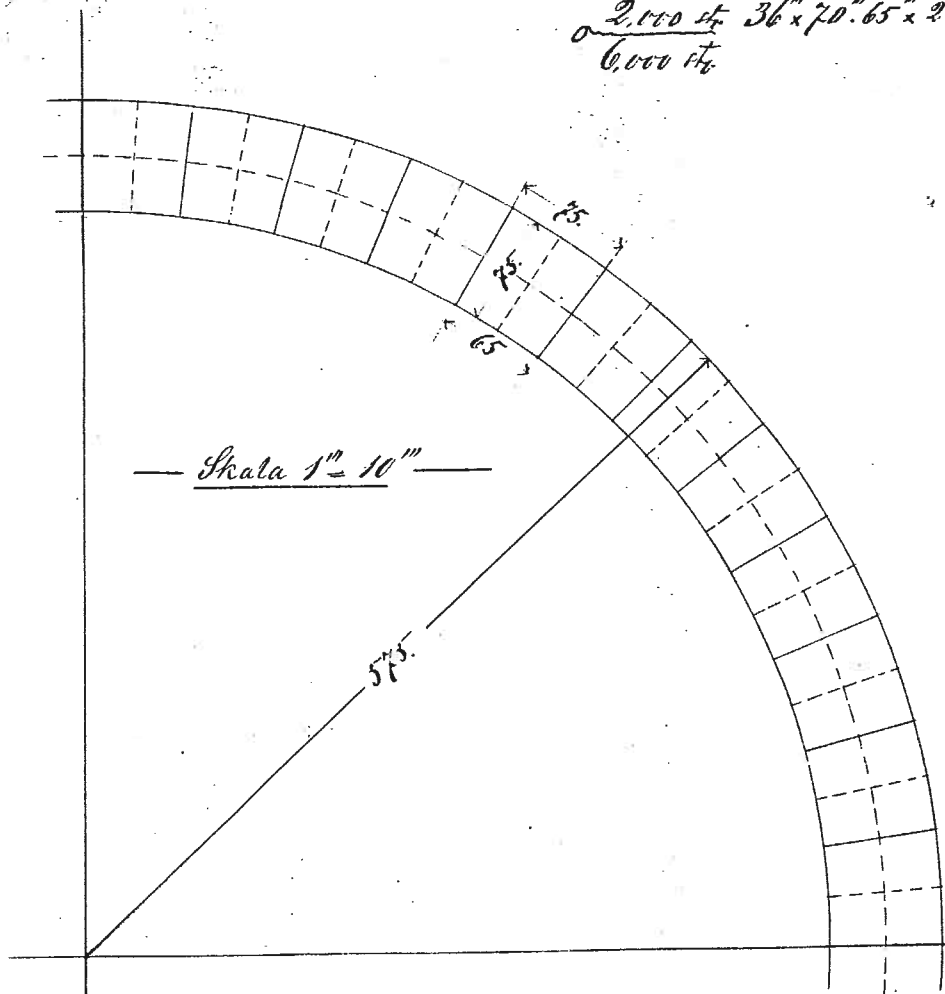
Tegel till bakmur i Söderfors Nya Rostugn,

Skala 25" = 100"



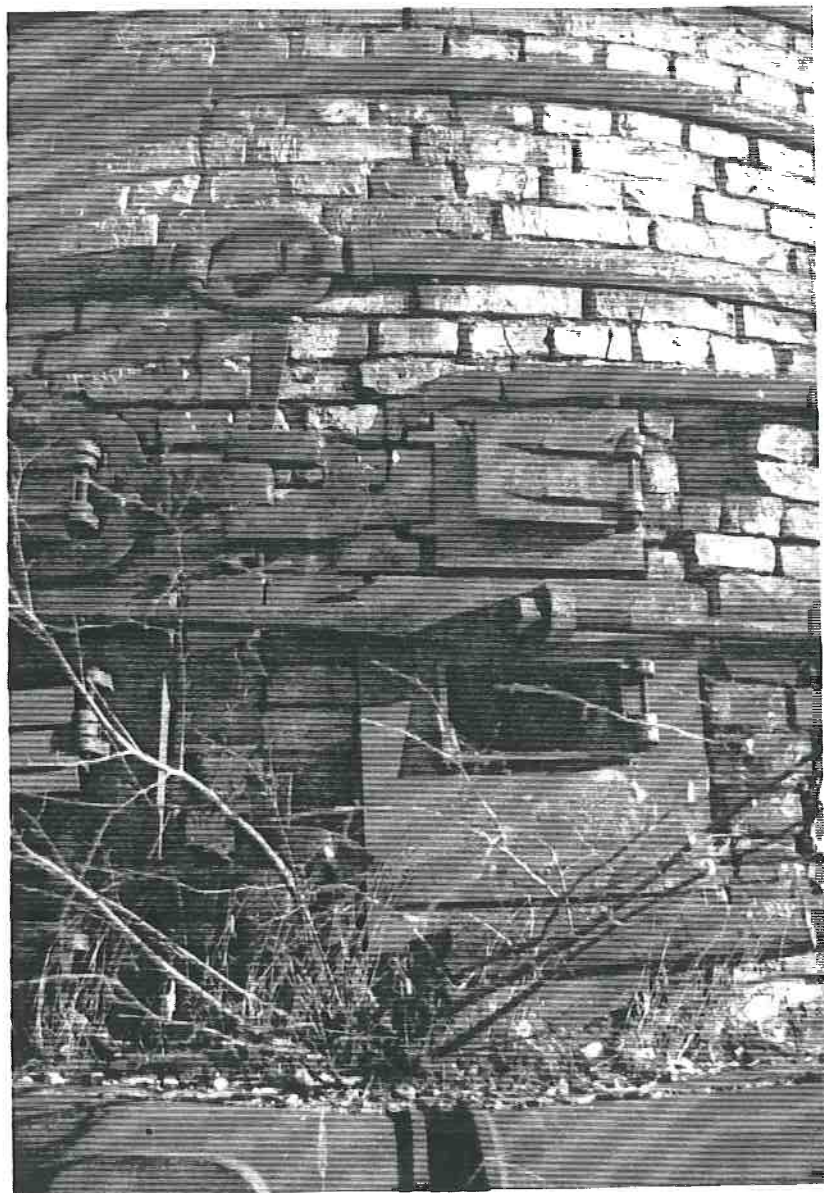
2,000 st. - 75" 75" 65" x 25.
2,000 st. - 36" 75" 70" x 25.
2,000 st. - 36" 70" 65" x 25.
6,000 st.

Skala 1" = 10"

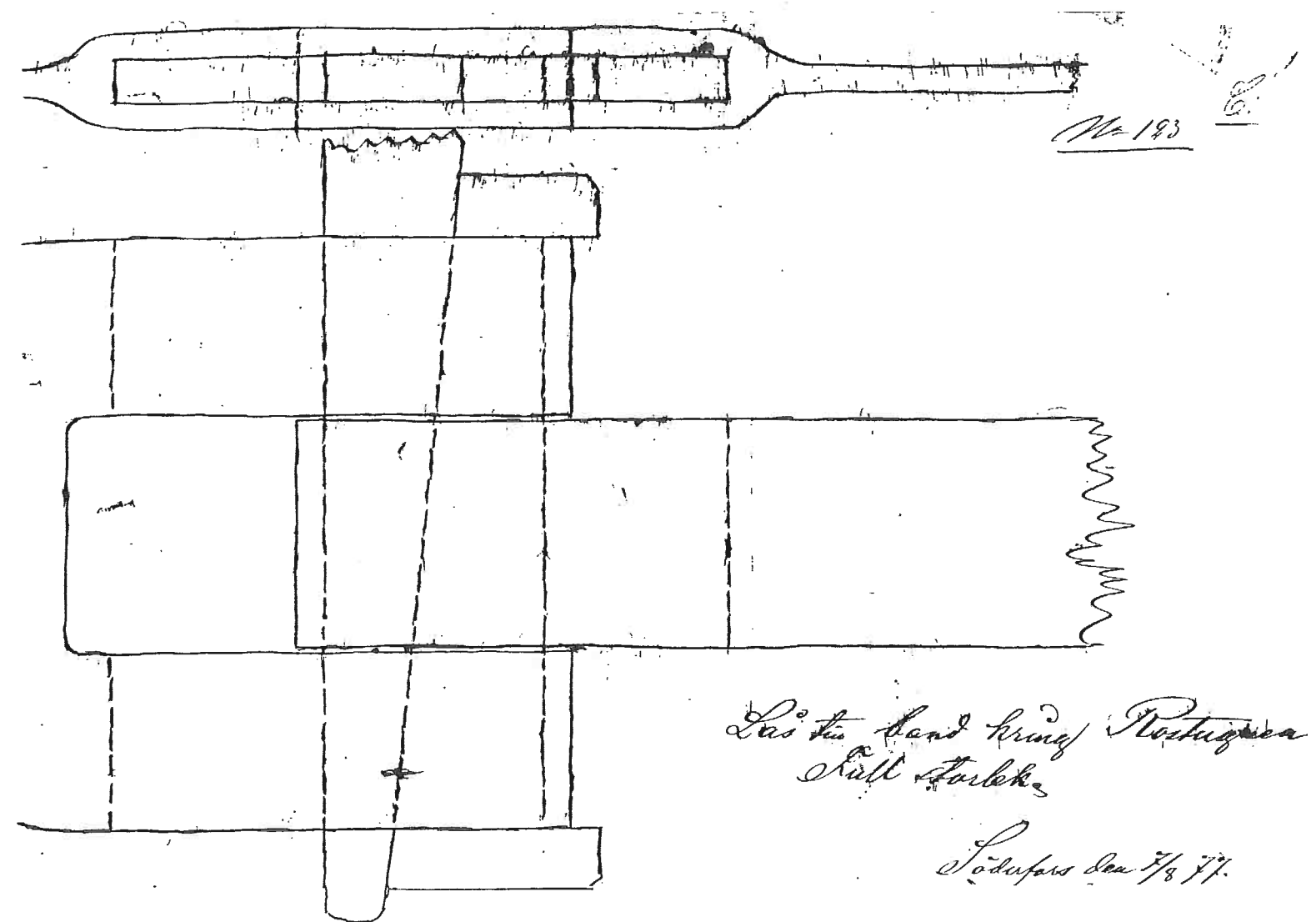


Söderfors den 10/1878.

Murning av masugnskransen, troligtvis i samband med en renovering. Ugnen murades invändigt med eldbeständigt radialtegel medan det yttre murverket, stödmurarna, uppfördes med ihåligt slaggtegel. Samma princip och förfarande tillämpades för rostugnarna även om detaljer skiljer dessa ugnar åt. (Ur Söderfors förr.)

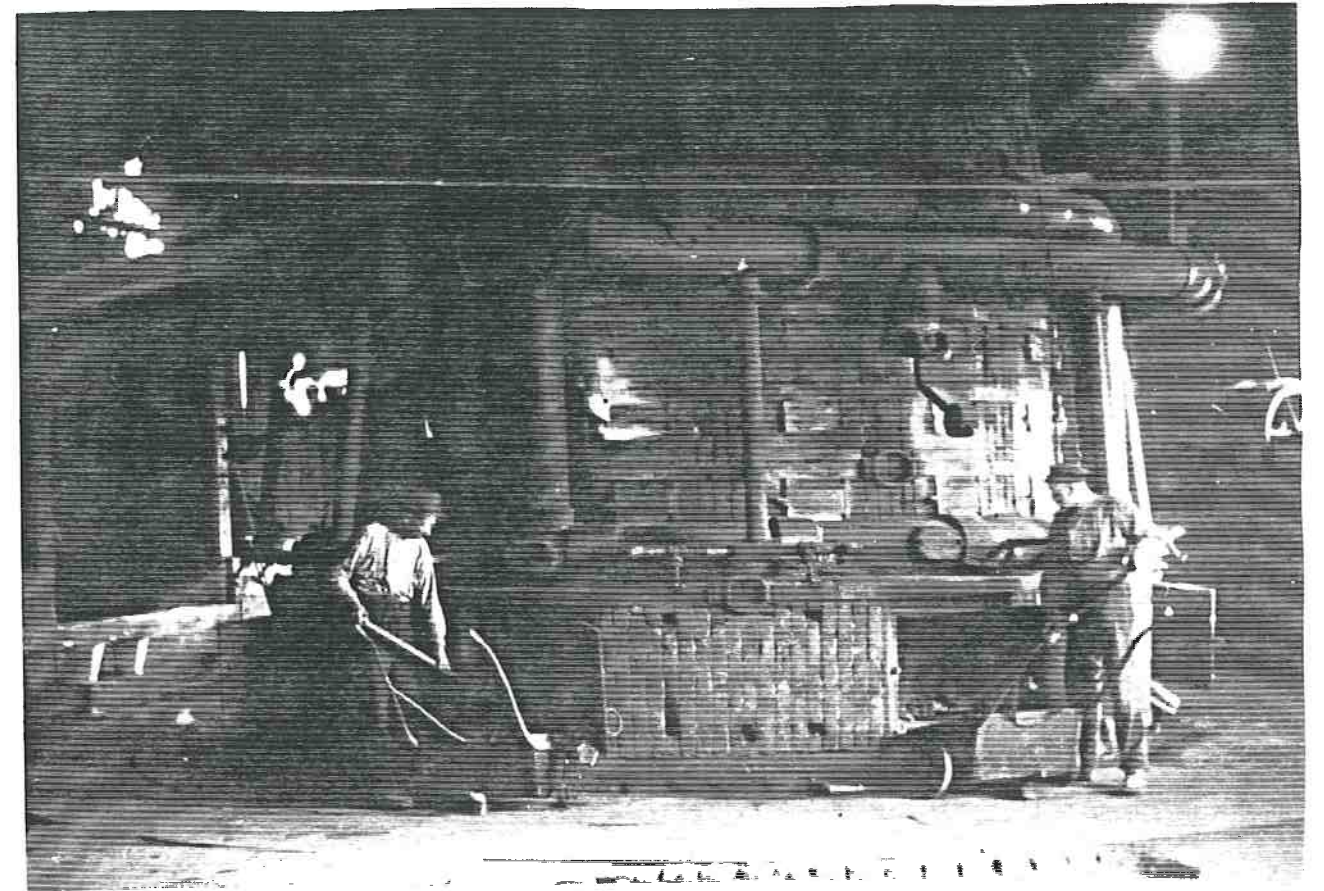
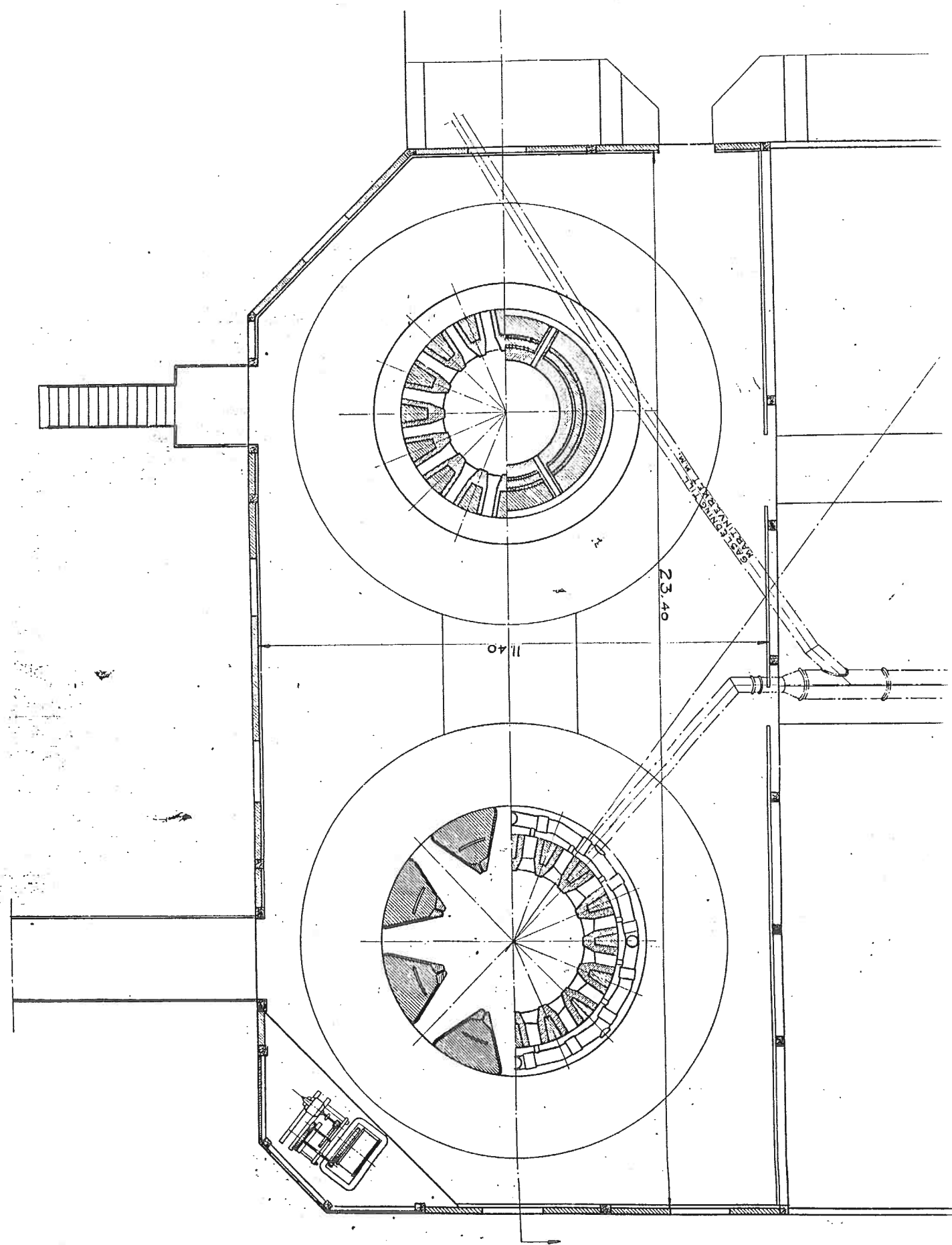


Rostugnarnas murverk förstärktes med hjälp av smidda dragband tätt uppsatta över varandra. Banden spändes kring ugnarna med hjälp av kilar. Bilden visar bl.a. ett brutet låsspänne.



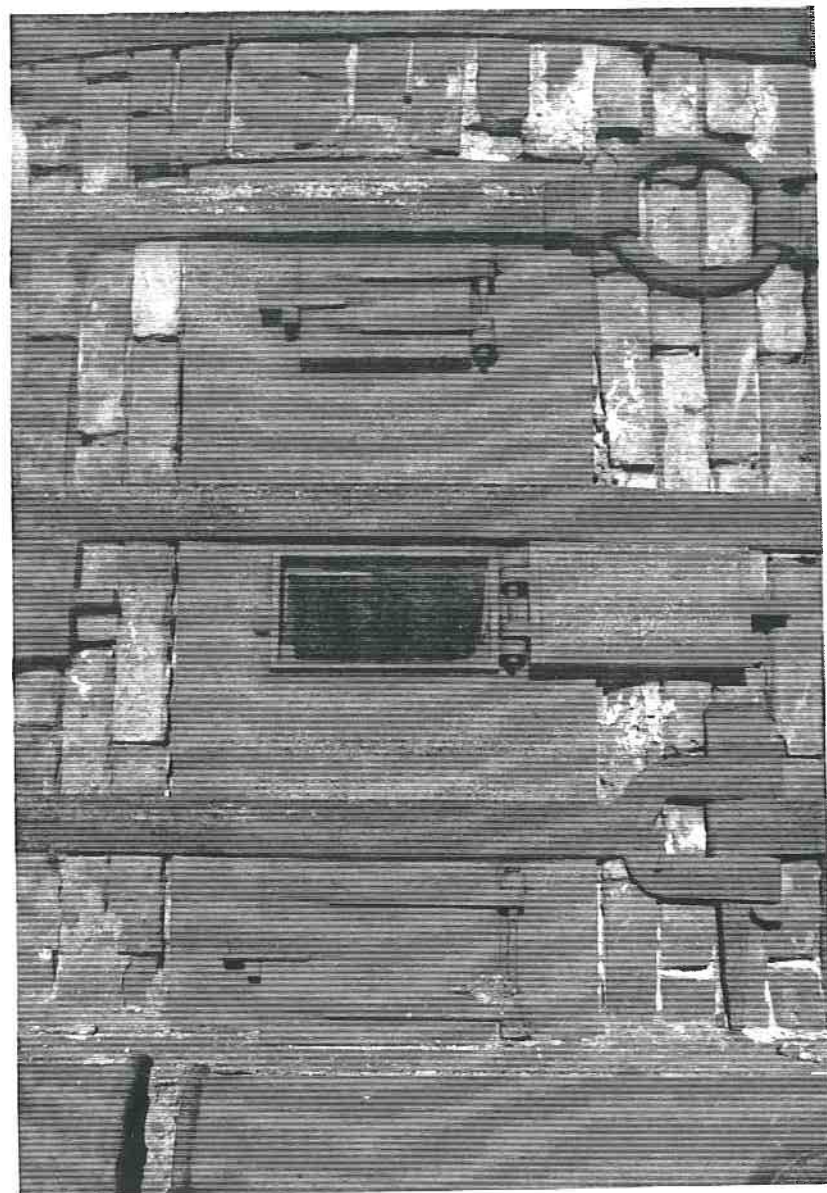
Detaljritning av lås- och spännmekanismen för rostugnarnas dragband. (Storas arkiv.)

17 26

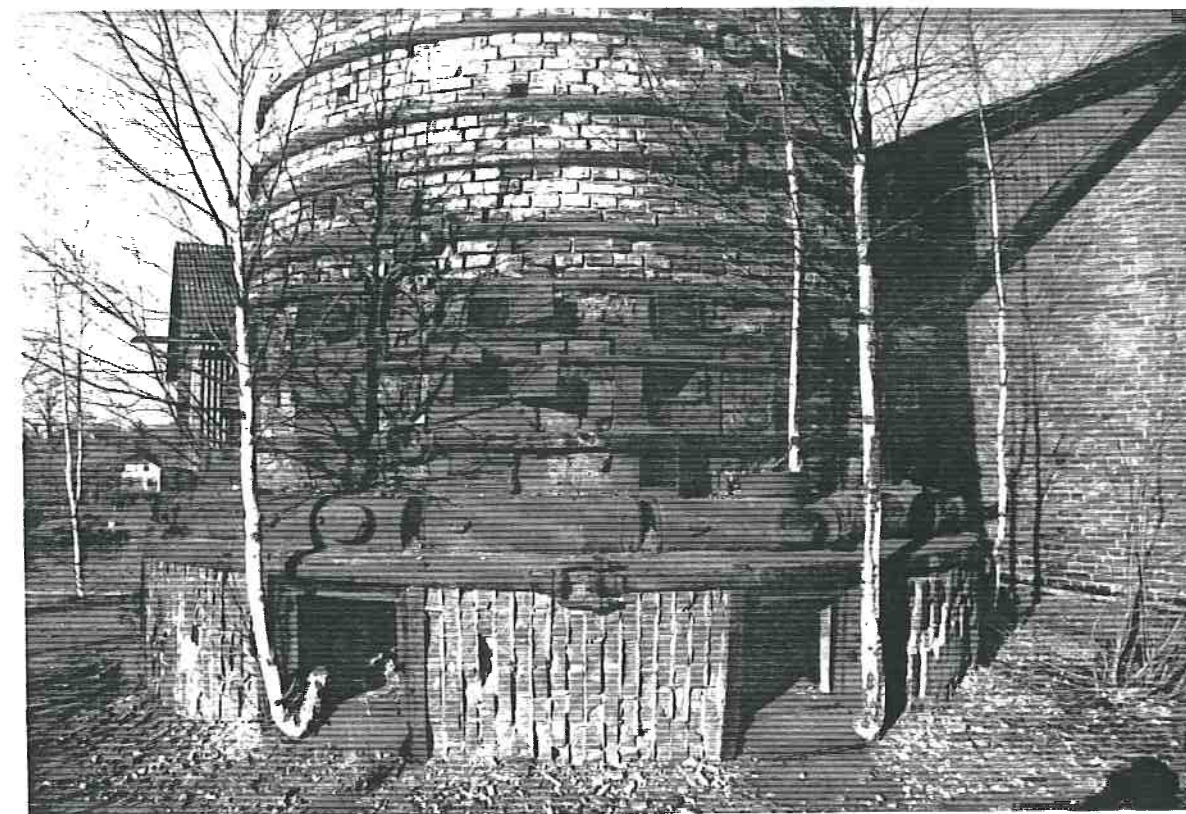


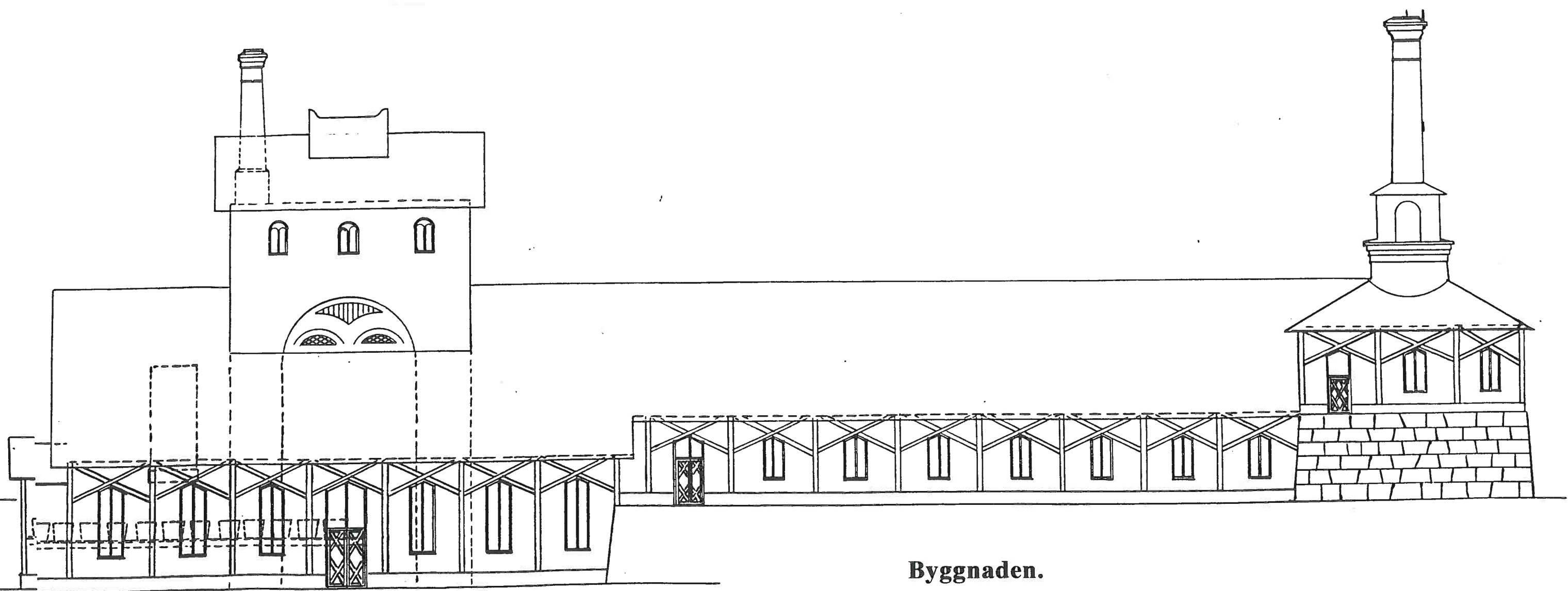
Bilden visar tömningen av en rostugn i Söderfors. I nedre delen av varje ugn fanns åtta tömningsvalv försedda med luckor. Den rostade malmen lastades i små plåtkärror och transporterades till rostbåsen för avsvälning. På bilden syns även uppsättningen av ringtrummor kring ugnen. Rören var avsedda för eldning av rostugnen med masugnsgasen. Längst till höger skymts en del av spelet för vagnbanan. (Ur Söderfors förr.)

Till vänster: plan av rostugnsbyggnaden 1927 med sektioner av ugnarna. Ett gasrör leder till sintringsverket som tillkom 1920 i anslutning till blästerhyttan. I ena hörnet av byggnaden står rostugnsspelet för transportbanan. Planen visar ändringar i en av byggnadens hörn, ny trappa och ramp. (Storas arkiv.)



Ugnens nedre del med dess tre rader av spetsgluggar som användes för att spetta loss malmen som fastnade på ugnens inre sidor. Ovan till vänster detaljer av spetsgluggarna. Den rostade malmen togs ut från ugnen genom åtta uttagsgluggar uppsatta kring sockeln. Bilden nedan till höger visar en bevarad järnlucka till tömningsgluggarna, dörren är försedd med ventiler genom vilka man kunde reglera lufttillförseln till ugnen.



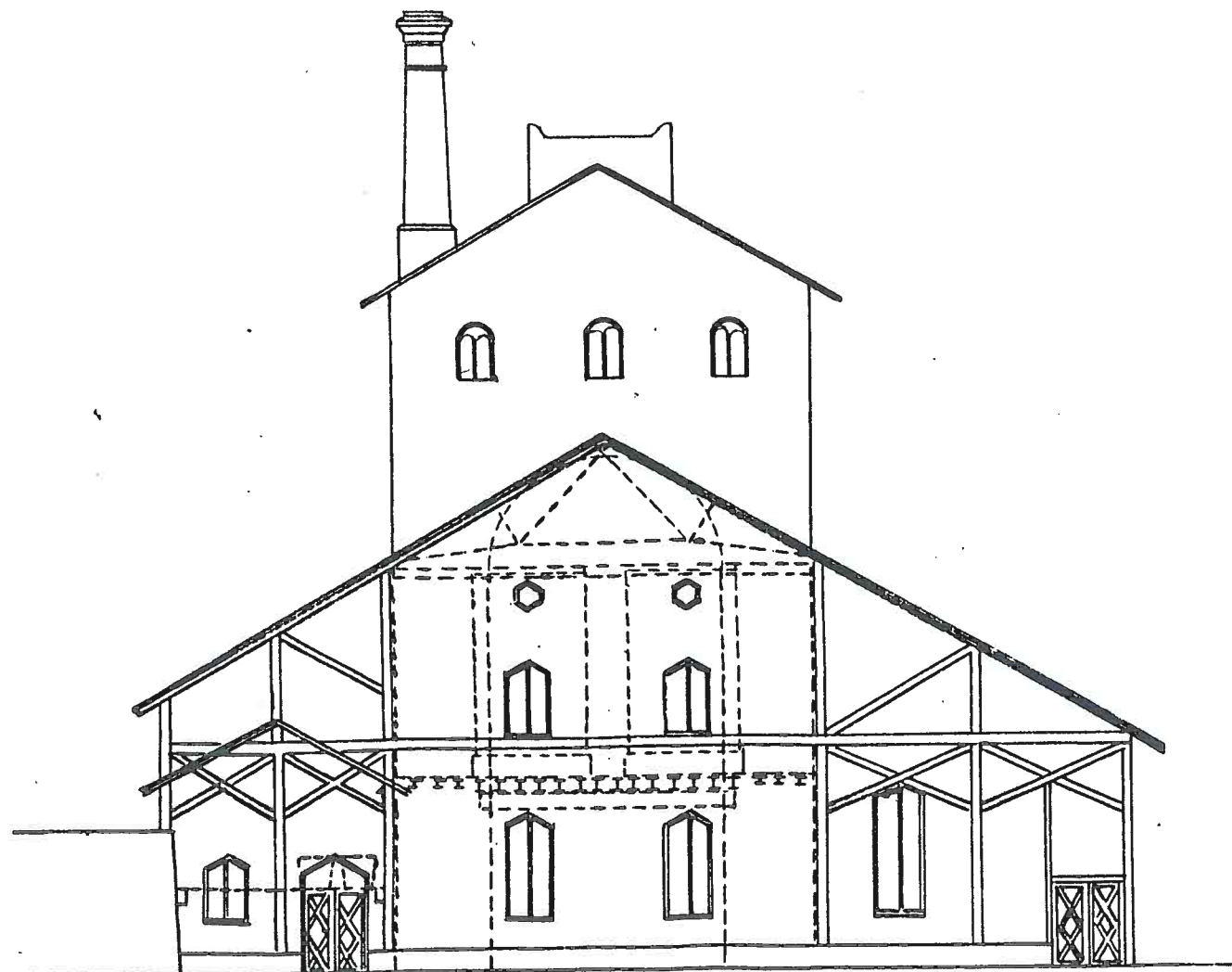


Byggnaden.

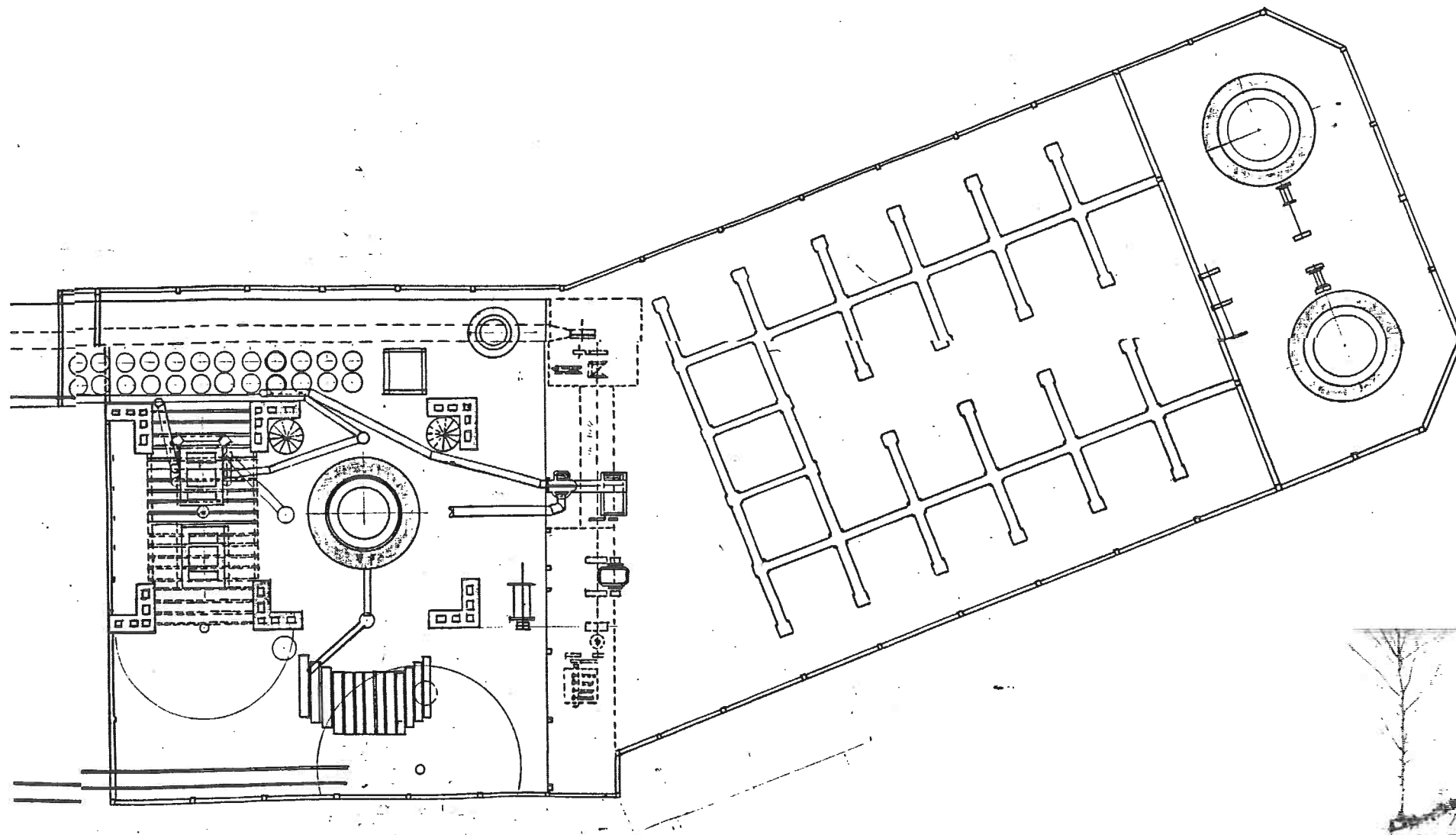
Kring rostugns kropparna, masugnen och mellan dessa uppfördes en skyddande trä- och tegelkonstruktion som förband enheterna med varandra. Byggnaden var uppförd på sluttande mark i tre nivåer. Rostugnarna byggdes på en förhöjd gråstenssockel och utgjorde den högsta nivån av anläggningen. Masugnen, med kringliggande konstruktion, byggdes vid den lägsta nivån i svag vinkel mot en byggnadslänga (rostbåsbyggnaden).

Byggnaden bestod av en korsvirkeskonstruktion med stolpar och korsade strävor av timmer samt väggfyllningar av tegel. Åt öster vilar byggnaden på en stödmur av tegel mot jordvallen, invändigt samt åt väster vilar den i sin lägsta nivå på ett pelarsystem. Masugnstornet var däremot uppfört helt av tegel.

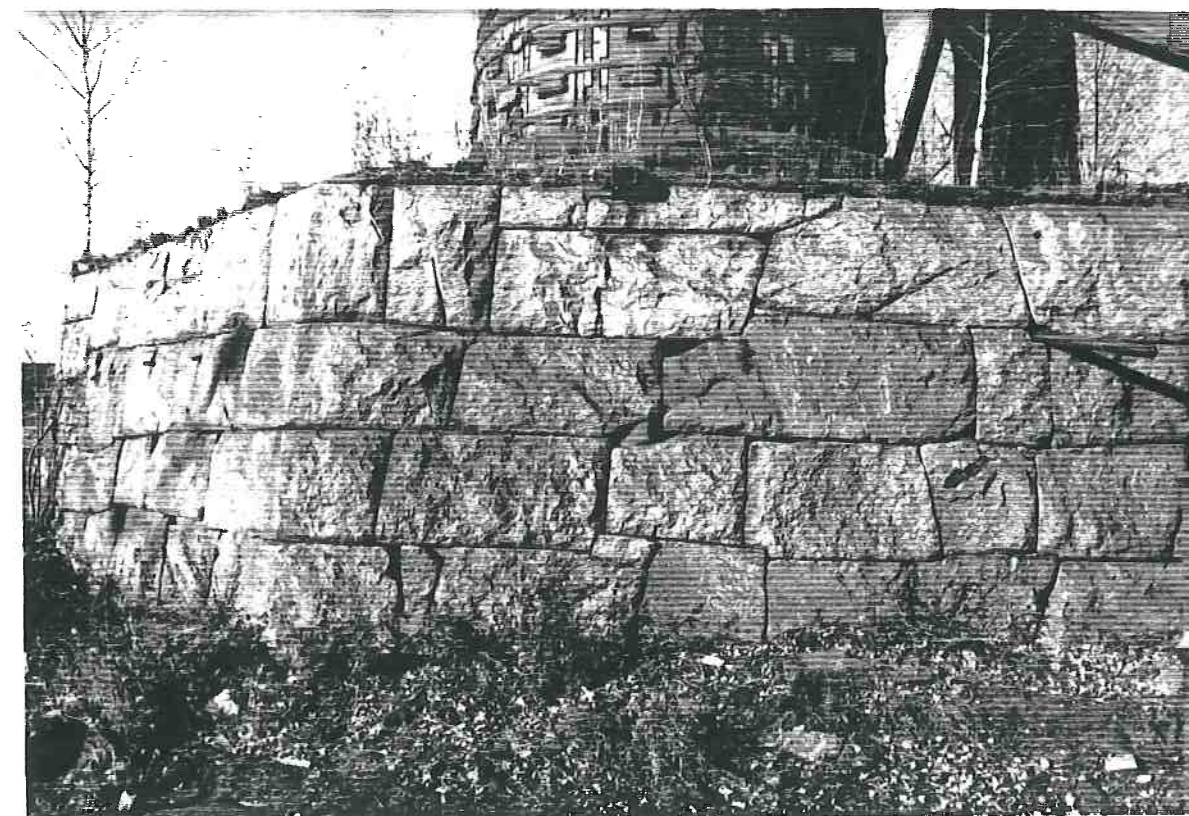
Rostugnsbyggnaden omformades i samband med tillkomsten av den andra ugnen 1888. Det är framför allt kortsidorna som ändrades som en följd av takets fall.



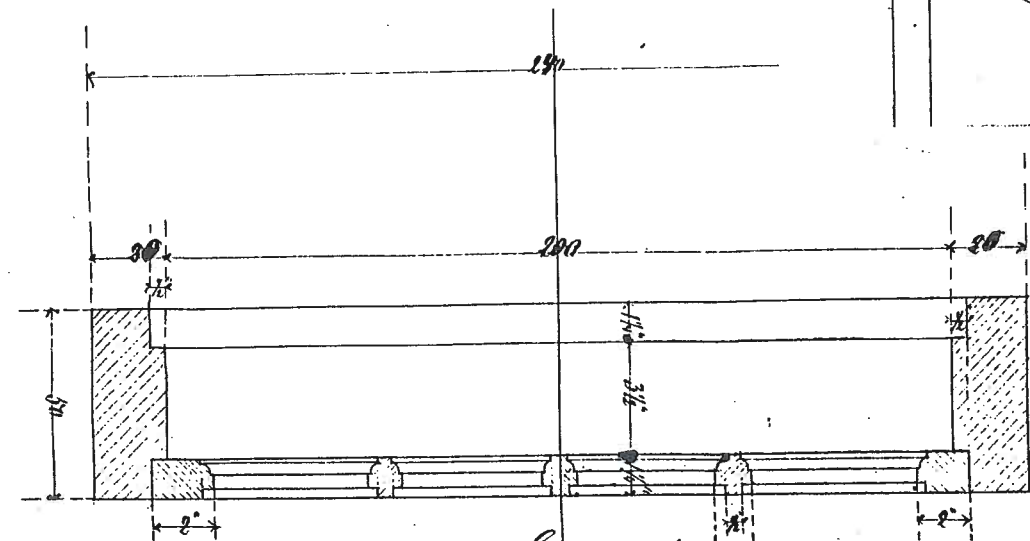
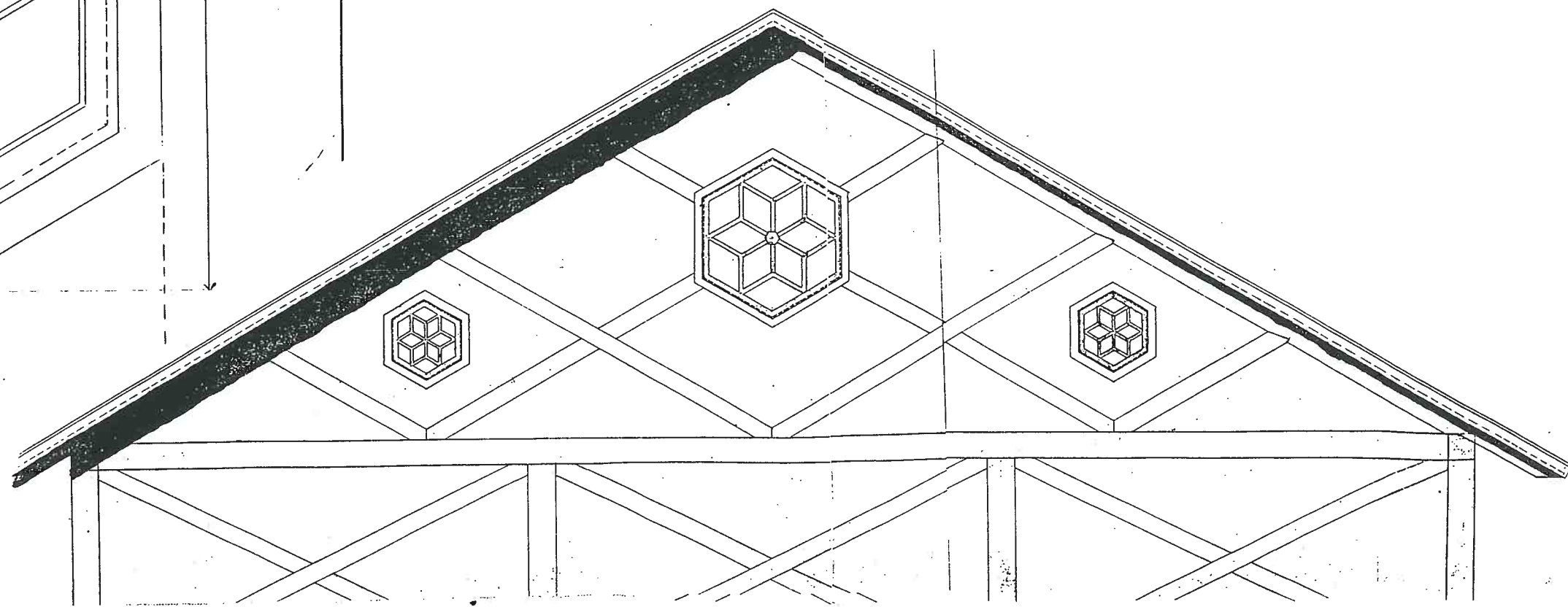
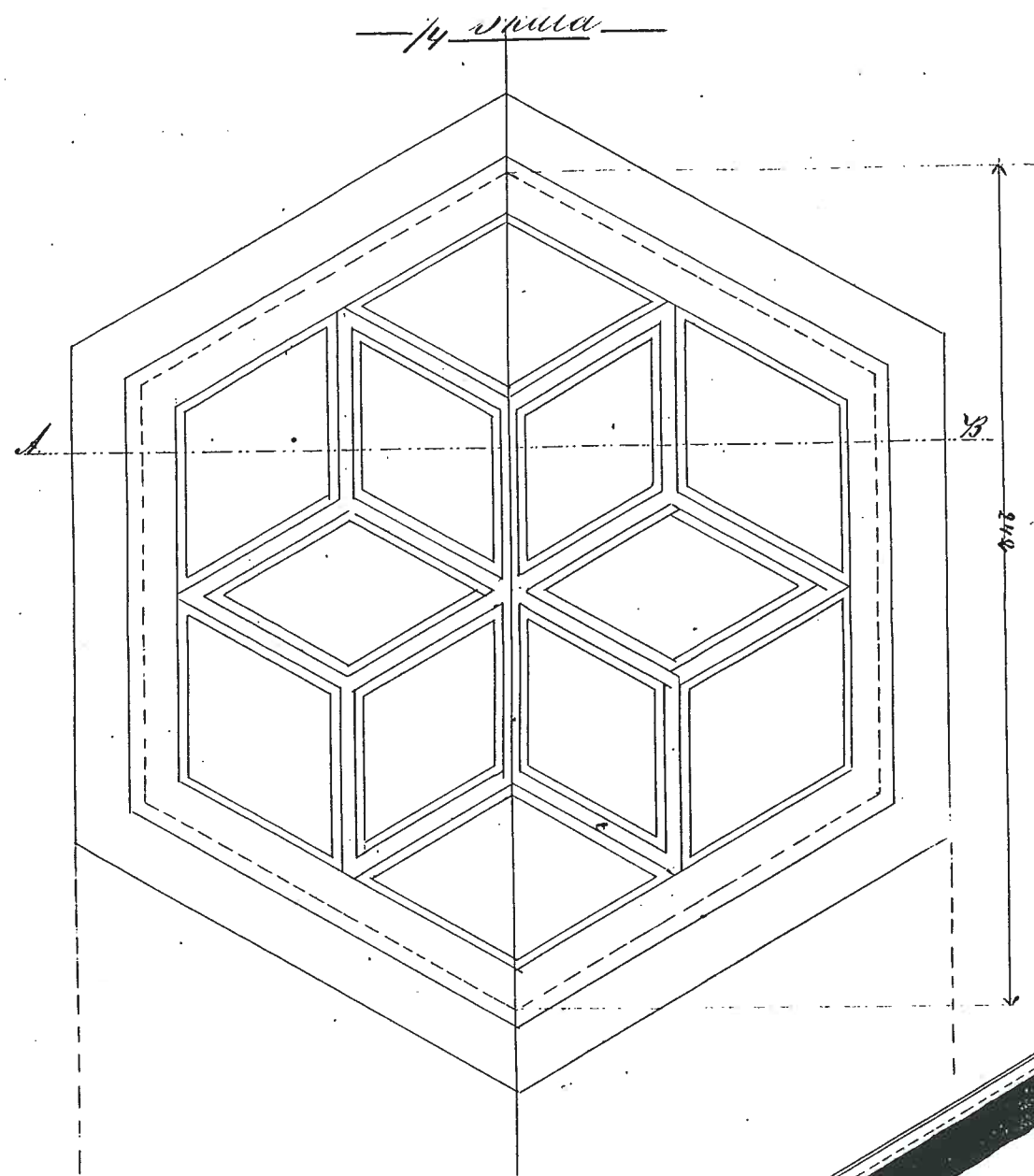
Fasadritningar av masugnsanläggningen 1894, till höger rostugnsbyggnaden på sin gråstenssockel. Ritningarna visar bl.a. en tillbyggnad av masugnens gavel mot öster. (Storas arkiv.)



Plan av masugnsanläggningen utförd 1894 i samband med en tillbyggnad av masugnsbyggnaden. Mellan masugnen och rostugnarna finns byggnadslängan med båsar avsedda för den rostade malmen. Båsen bestod av betongskärmar samt betongpelare som utgjorde del av den bärande konstruktionen för överbyggnaden. Vid rostugnarna syns spelen till hissbanorna. (Storas arkiv.)



Detalj av rostugnsbyggnadens sockel uppförd av huggen gråsten.



Sektion A-B

Detaljritningar från 1877 över korsvirkeskonstruktion och fönster till masugnens gavel.
Det är oklart om fönstren blev uppsatta enligt ritningarna. (Storas arkiv.)

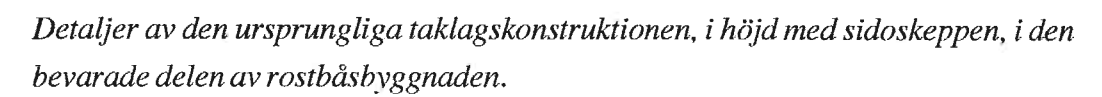
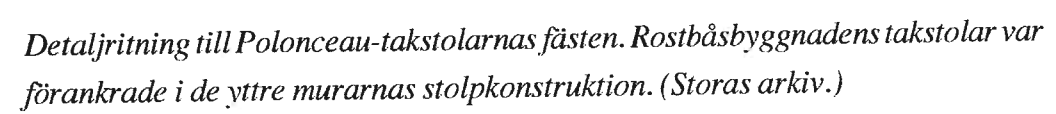
Söderfors d 1877
H. O. -

A. 1907

Gavel fönster

1/4

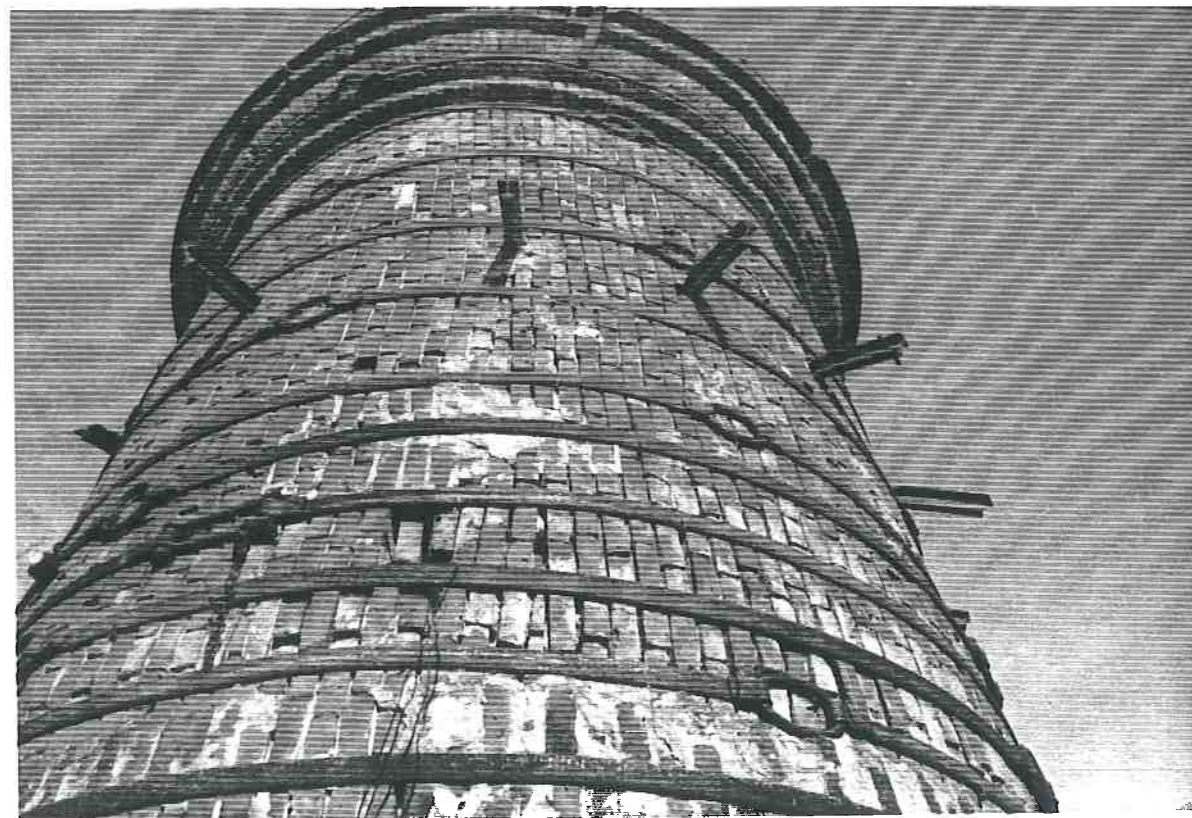
— ändring ent. det blå, Märkt S. —



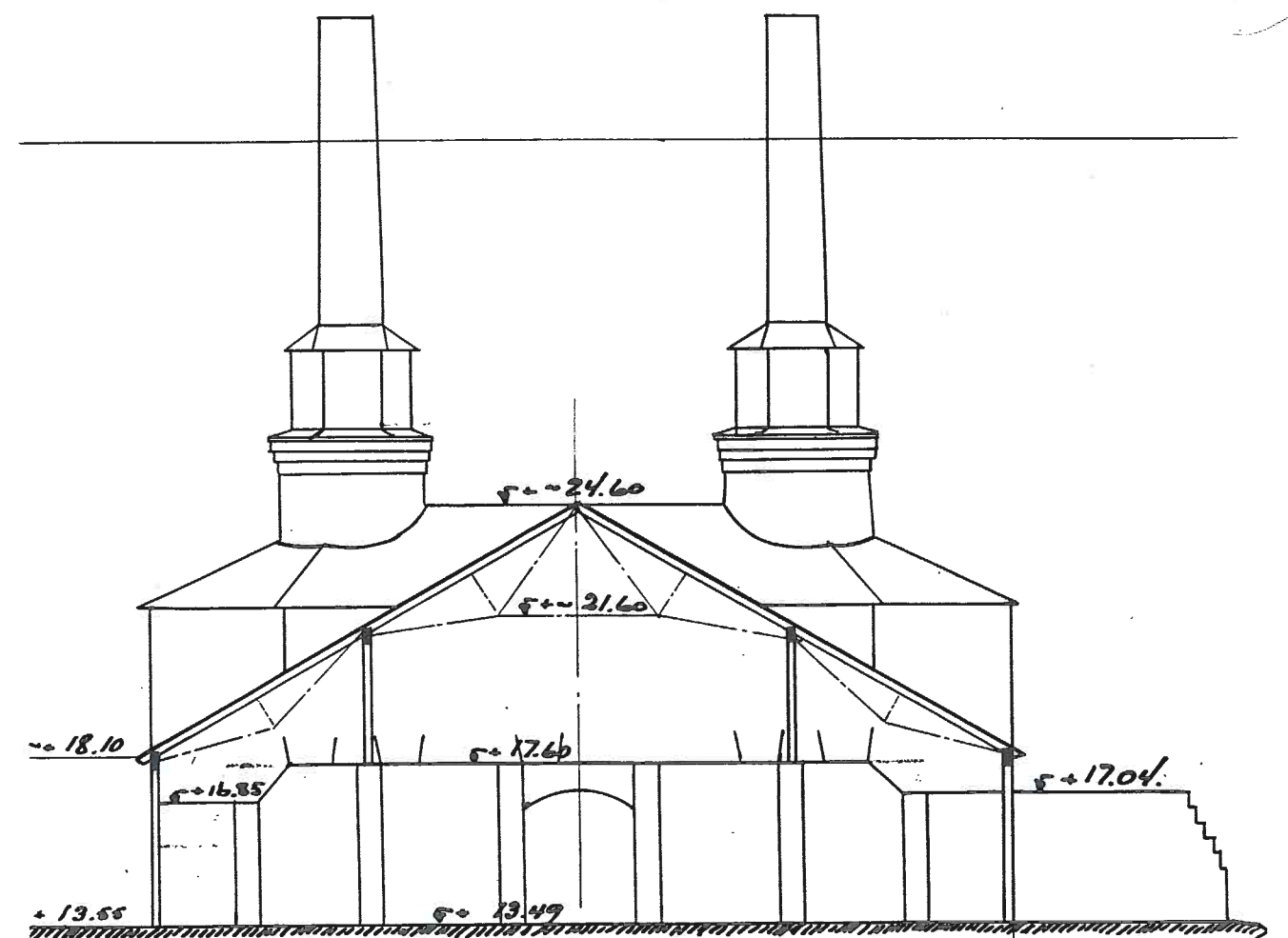
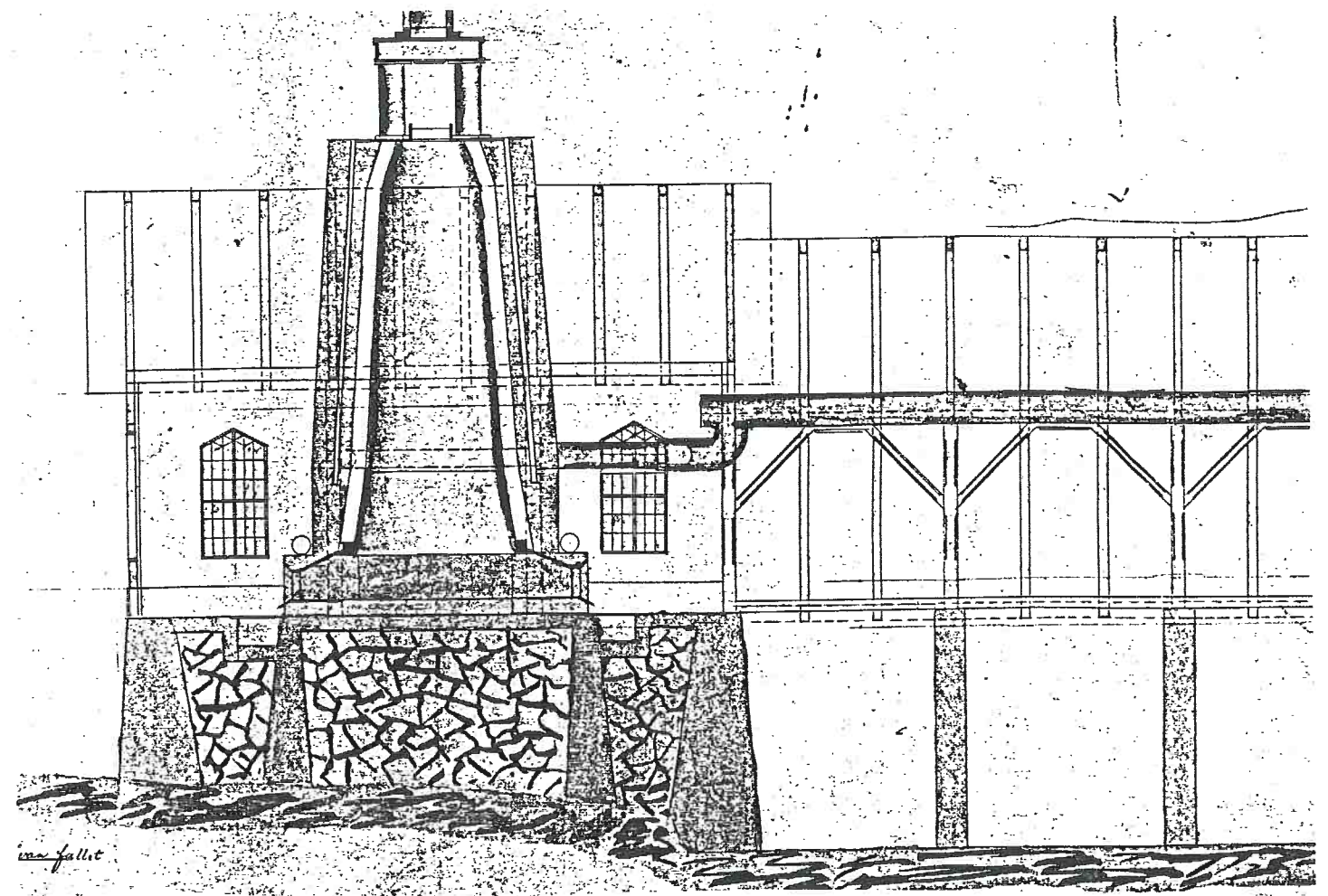
Takkonstruktionen över byggnadslängan bestod av Polonceau-takstolar med fackverk av järnstänger i mittskeppet och bjälkar förstärkta med järnstänger i sidoskeppen.

Att döma av äldre bilder förefaller taktäckningen på själva byggnadslängan ha varit utförd med papp, möjligtvis spån. Taktäckningen kring rostugnarna bestod ursprungligen av papp, troligtvis även så över masugnstornet.

Den äldsta ritningen för takkonstruktionen till rostugnsbyggnaden visar ett förslag med sadeltak mednockriktning tvär om byggnadens kortsida. Det är dock oklart om detta förslag genomfördes och hur konstruktionen var löst över den östra delen av byggnaden, där den andra ugnen ännu inte fanns. Ett äldre fotografi, taget före den andra ugnens tillkomst 1888, visar en långsgåendenock och ett valmat tak mot kortsidan i öster. Efter tillkomsten av den andra ugnen 1888 omformades taket med valmade dubbla fall mot kortsidorna. Taket omslöt ugnarna och avslutades strax nedanför ugnarnas krans. Taksparrarna vilade på järnfästen inmurade i ugnarna.



På bilden syns järnbalksuppsättningen kring östra ugnen, på vilken den omslutande takkonstruktionen vilade.

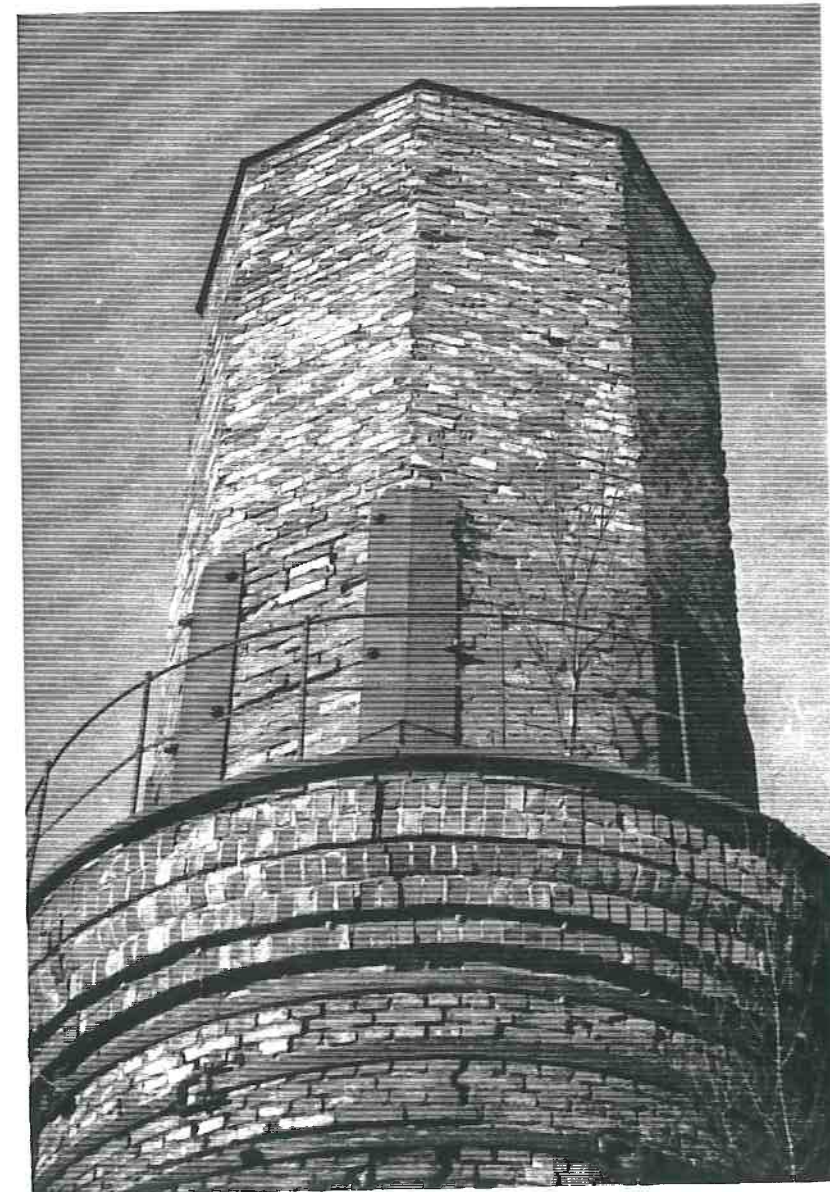


Sektion A-A # B-6072-L14

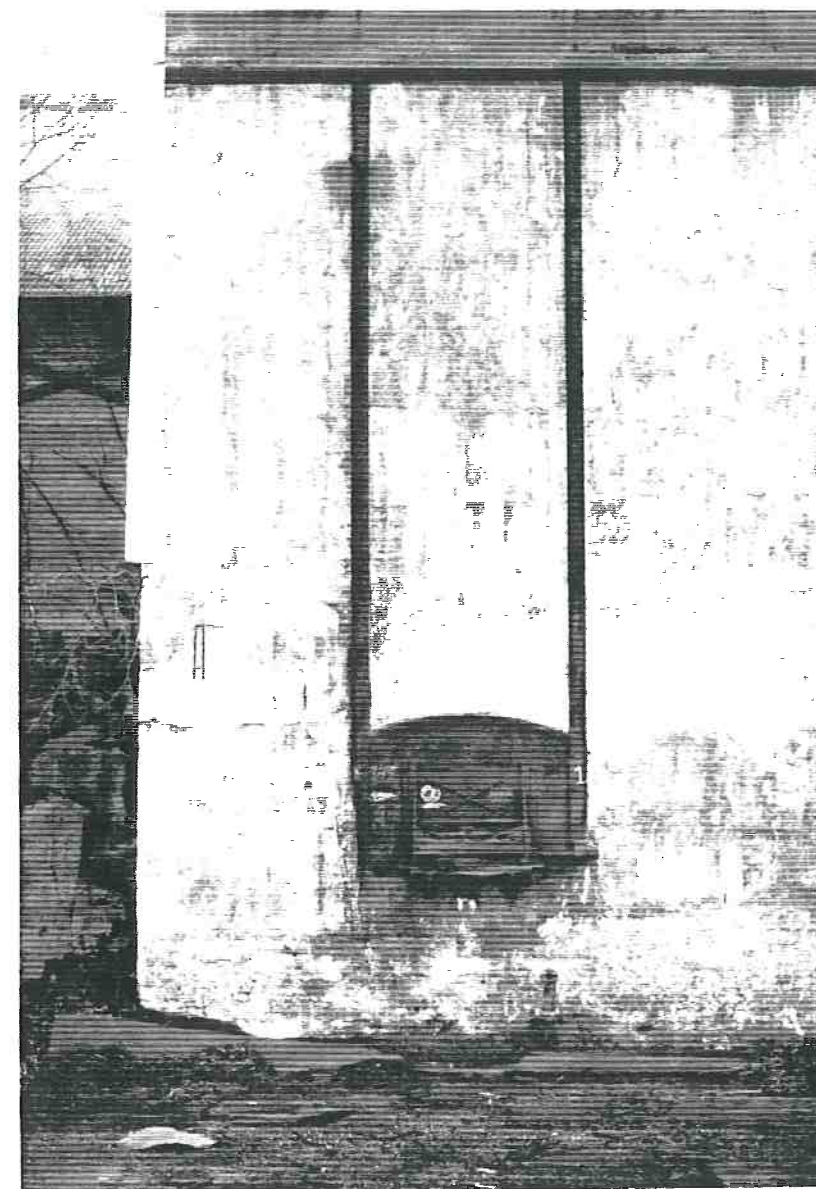
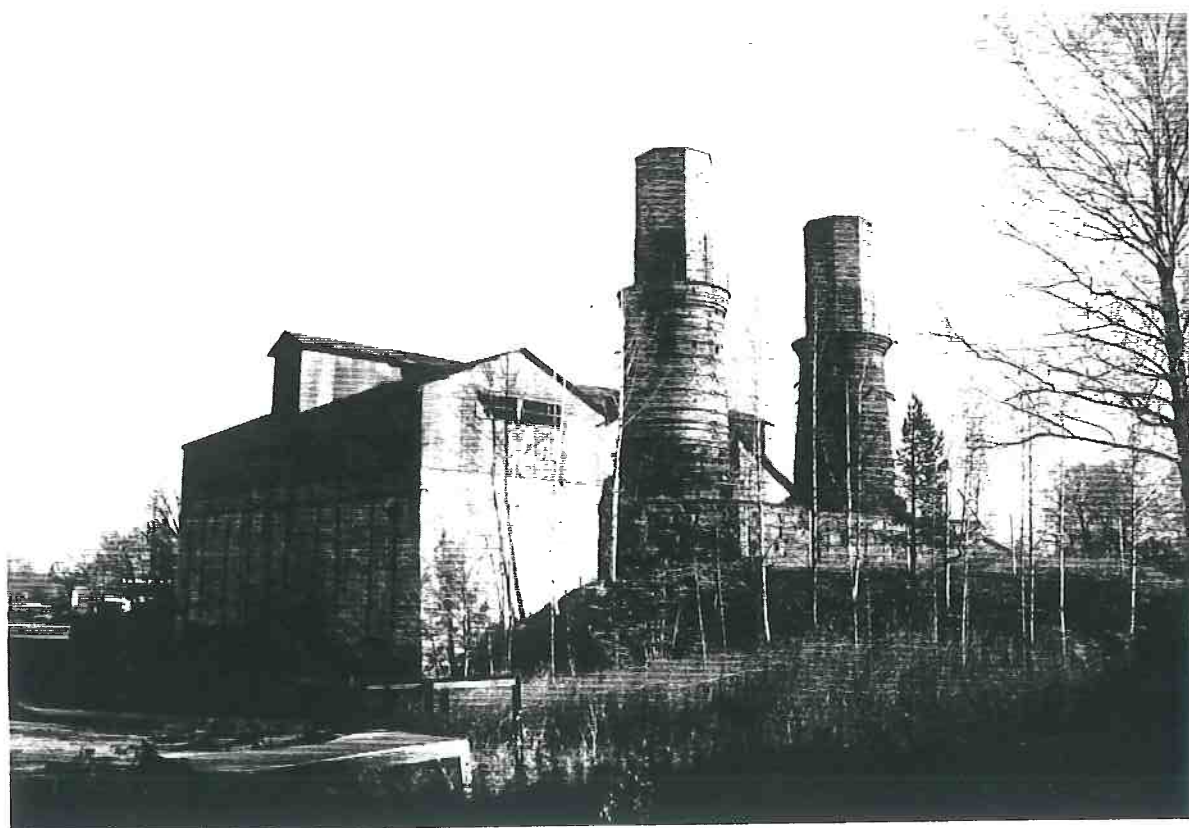
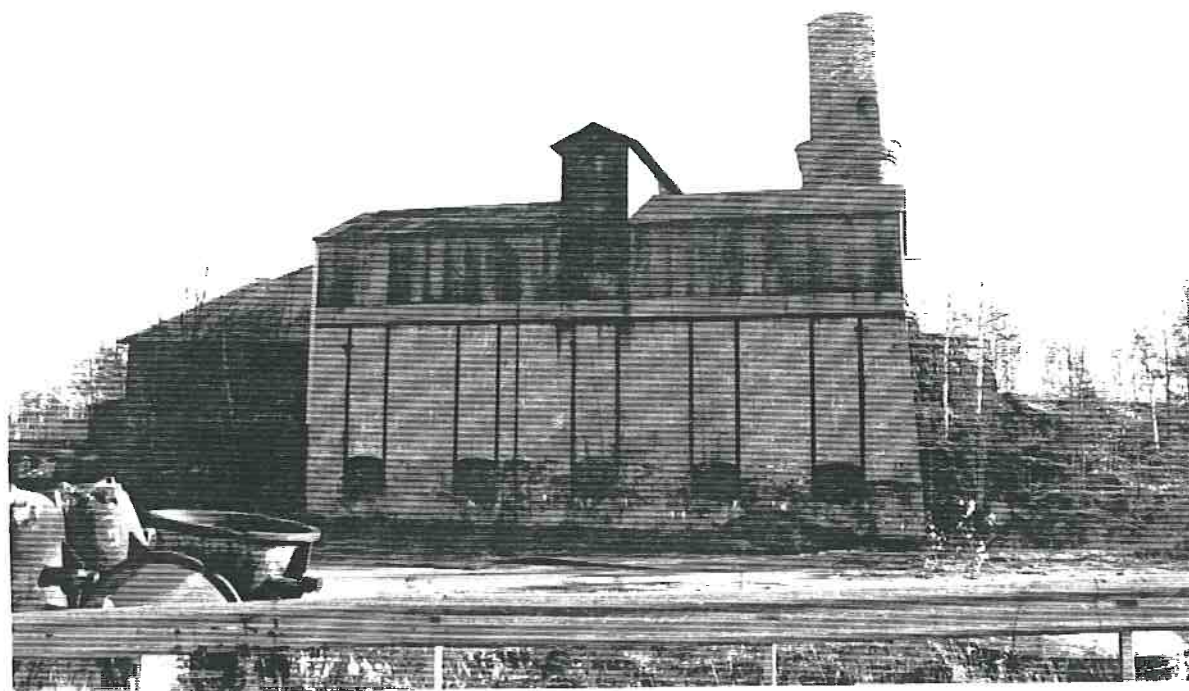
1900-01 och 1919-20 genomfördes ombyggnader av masugnen, bl.a. förhöjdes och förstorades pipan. Samtidigt förlängdes troligtvis byggnaden något, öster om masugnstornet. Ett sintringsverk uppfördes samtidigt 1919-20 i anslutning till blästermasugnen. Sintringsverkets kapacitet kunde dock endast täcka blästerhyttans malmbehov till 75 %. Av den anledningen användes fortfarande rostad styckemalm och de Westmanska rostugnarna förblev därför nödvändiga.

I samband med sintringsverkets tillkomst uppfördes mot rostbåsbyggnadens västra fasad, i förlängningen av rostugnsbyggnaden, en ny förvaringslada med bås för de särskilda malmsorter (i pulverform) som krävdes till den nya anläggningen. Från stickspåren, på östra sidan om rostugnsanläggningen, fördes malmen med transportband genom rostbåsbyggnadens tak till de nya förvaringssilorna

1926 nedlades blästerhyttan, samtidigt med rostugnarna. Tackjärnsframställning hade blivit för dyrt. Masugnen samt en stor del av rostbåsbyggnaden revs på 1940-talet och även byggnaden kring rostugnarna. Samtidigt kapades skorstenarna och deras bas byggdes om till plattformar för luftvärn. I samband med detta förhöjdes skorstenarnas bas med flera meter, vilket gav ugnarnas dess nuvarande förvanskad karaktär.



I samband med andra världskriget revs skorstenarna och deras bas förhöjdes med flera meter för att omvandlas till luftvärnsplattformar.



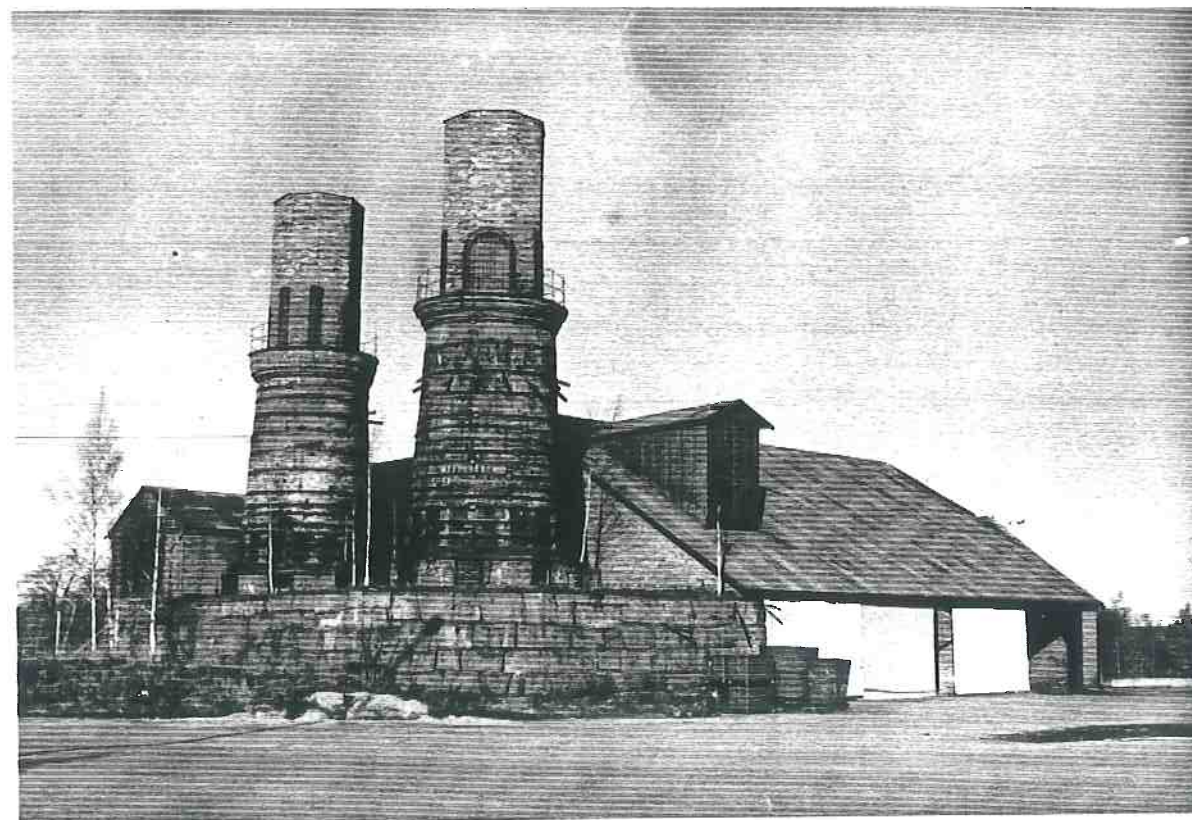
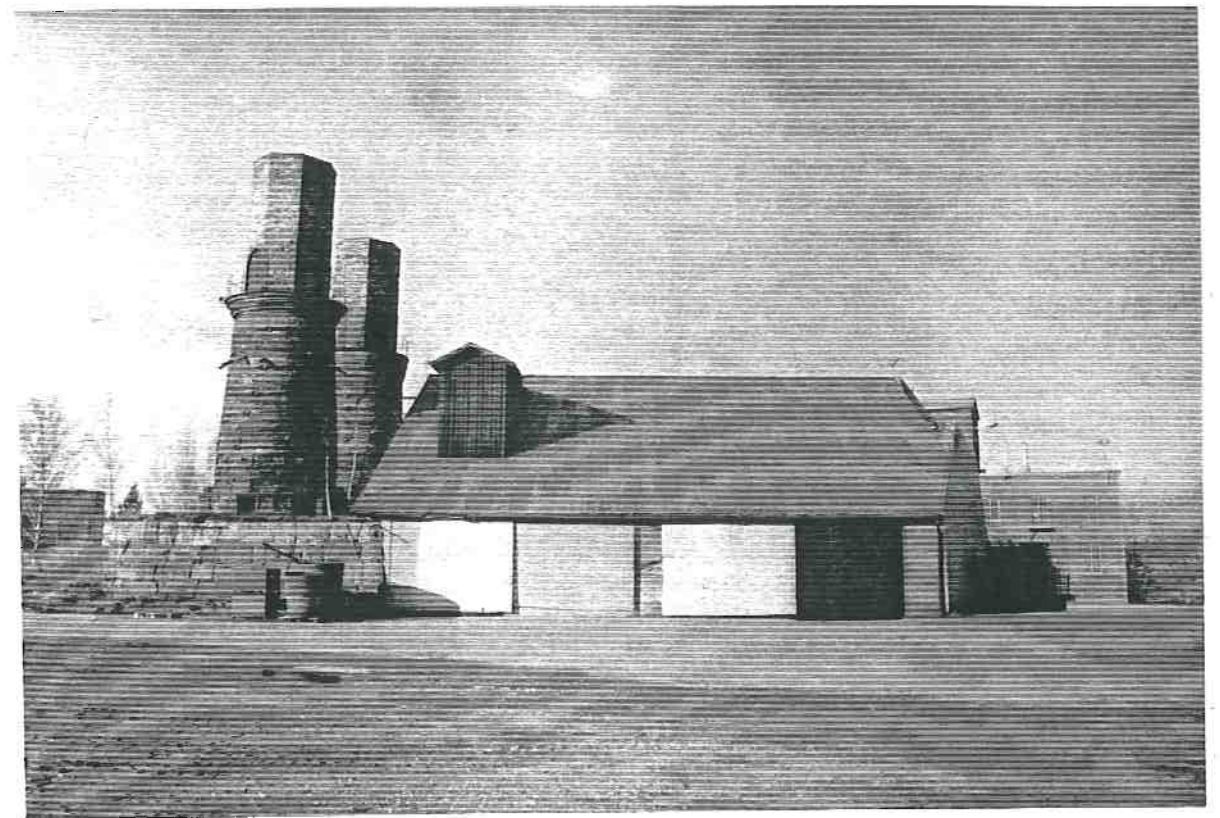
Ovan till vänster, västra fasaden av sintringsverkets förvaringsbyggnad för malmpulver. Bilden nedan till vänster visar byggnadens anslutning till rostugnsanläggningen. På bilden ovan syns en detalj över siloenheternas tömningssystem som är försedda med luckor nedtill.

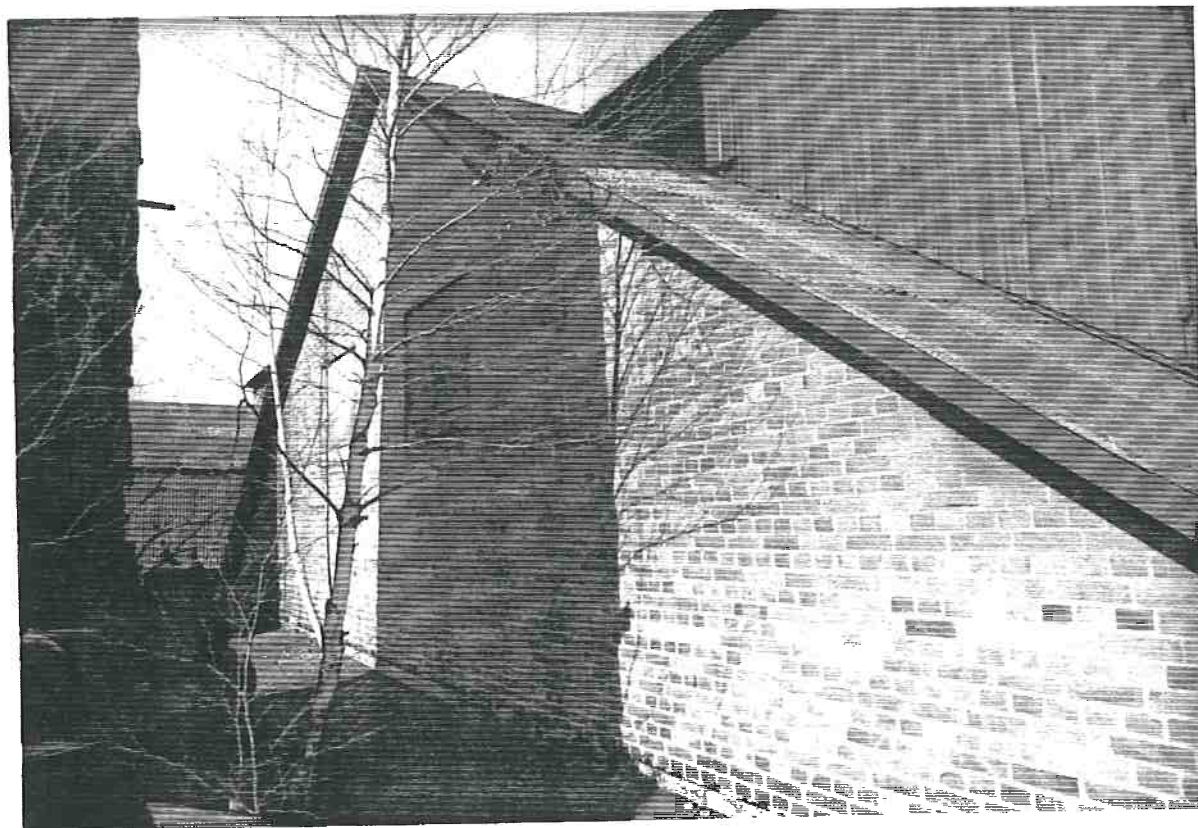
SKADOR OCH DYLIKT

Skador på byggnader.

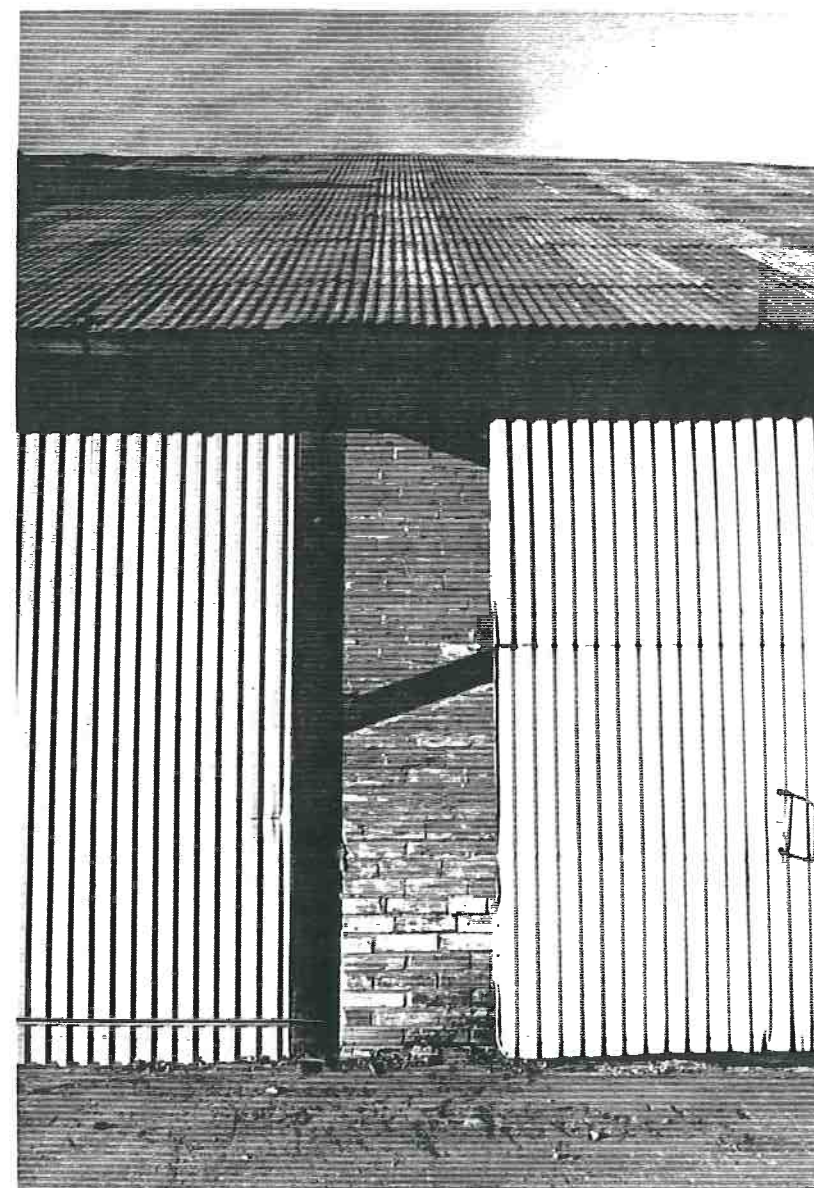
Beträffande byggnaderna är ugnarnas ursprungliga skyddskonstruktion numera riven. Rostugnskropparna står på en stensockel, avskalade från den ursprungliga kringliggande byggnaden. Även trapporna, som var uppställda mot stensockeln och som ledde från marknivån till ugnarnas plattform, är borttagna.

Själva masugnsbyggnaden och den, med rostugnarna, ursprungliga sammankopplade rostbåsbyggnaden är till stor del riven. Det återstår dock en mindre del, drygt fyra travéer, av malmladan (rostbåsbyggnaden) i höjd med rostugnarna. Byggnadens gaveltak mot rostugnarna är numera delvis kapad. Gavelns öppning är igenmurad med tegel. Den andra nuvarande gaveln i öster är också igenmurad samt övertäckt med korrugerad plåt på utsidan. Byggnadens östra fasad har förvanskats, två inkörsportar med skjutdörrar av plåt har tillkommit. Taket är numera täckt med korrugerad plåt.





Bilden ovan visar rostbåsbyggnadens igenmurade gavel mot rostugnarna. Gaveln fick i samband med detta två fönster, som numera är igensatta. På bilden till höger framträder byggnadens förändrade karaktär i dess östra fasad. Bakom de starkt avvikande sjutdörrarna skymtar byggnadens ursprungliga korsvirkeskonstruktion med fyllning av tegel. Även taket har fått en ny beläggning av korrugerade plåtskivor.

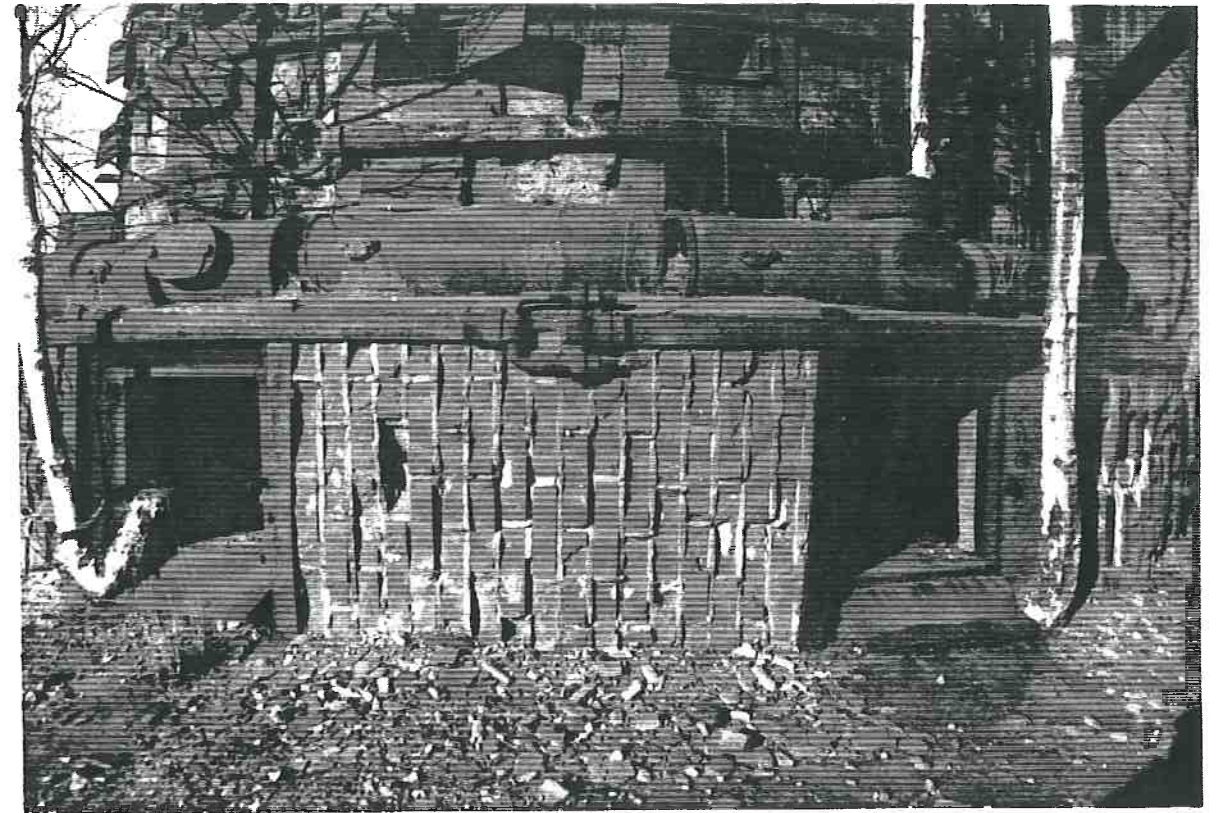
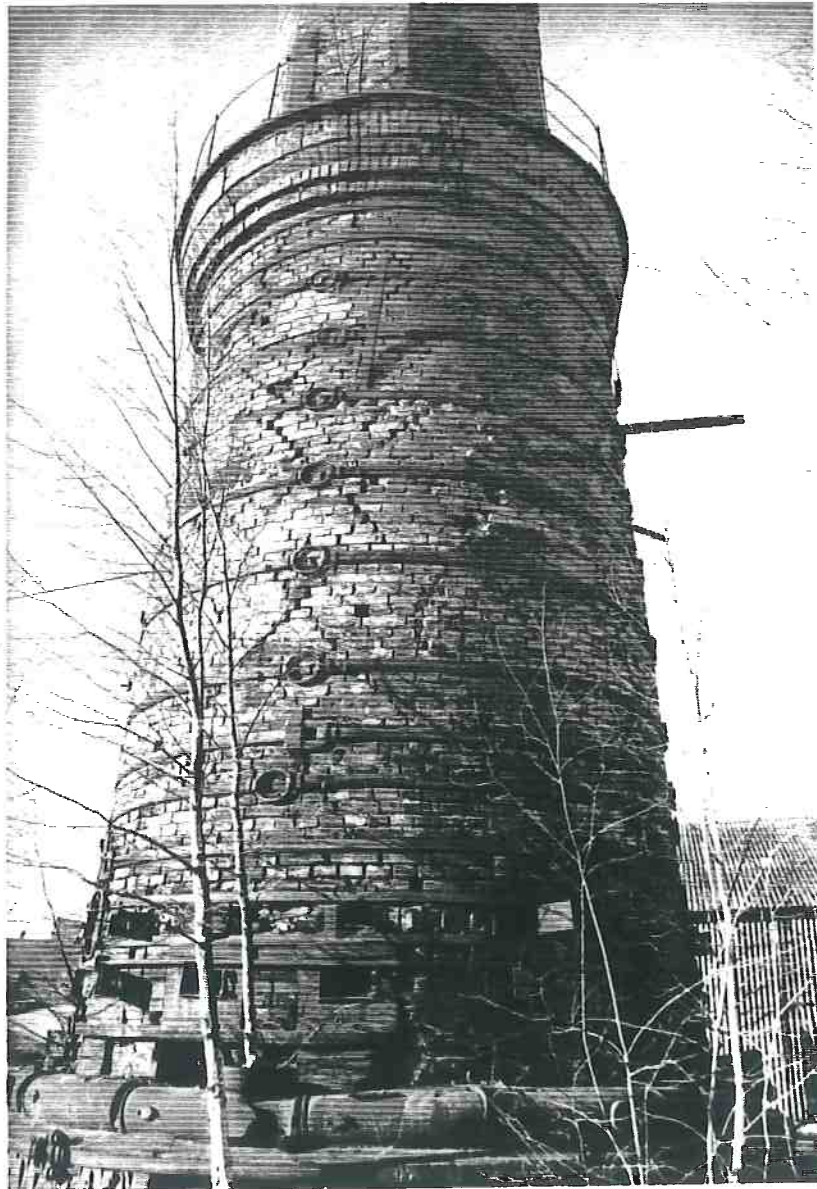


Skador på rostugnarna.

Enbart de yttre skadorna kan för närvarande redovisas. Den största skadan utgörs av de nedrivna skorstenspiporna, vilka revs på 1940-talet. Teglet från skorstenarna, eller delar av det, har tippats i ugnarna i samband med rivningen.

Västra ugnens mantel har kraftiga vertikala sprickbildningar som dock, eftersom ugnarna är nedlagda, ej bör vara oroande i samband med ett bevarande. Sprickbildningen kan vara orsakad av en mindre sättning i höjd med nedre ugnskransen, över tömningsluckorna.

Murverket, på vissa partier av ugnskropparna och deras baser, visar vittringsskador på teglet. Skorstenarnas baser, över ugnskransarna, visar också begränsade vittringsskador.



Del av plåtbläggningsen på västra ugnens krans saknas. Plåtbläggningsen på båda kransarna är med all sannolikhet även skadad.

Flera av dragbanden kring ugnarna är brutna. Socklarnas avsatser, över tömningsvalven, och kransrören för gasen har blivit övertäckta med cementfyllning, troligtvis i samband med nedläggningen av ugnarna. Syftet har troligtvis varit att täta och skydda avsatsen mot vatteninfiltrationer. Övre kransrör och övriga gasrör saknas.

Enbart två av sammanlagt sexton luckor till ugnarnas tömningsvalv är bevarade.

Ugnarnas plattform, över gråstenssockeln, är numera övertäckt med asfalt. Vegetation och träd växer på ugnarna samt på gråstenssockeln. Transportbanorna och spelinstallationer saknas.

ÅTGÄRDER

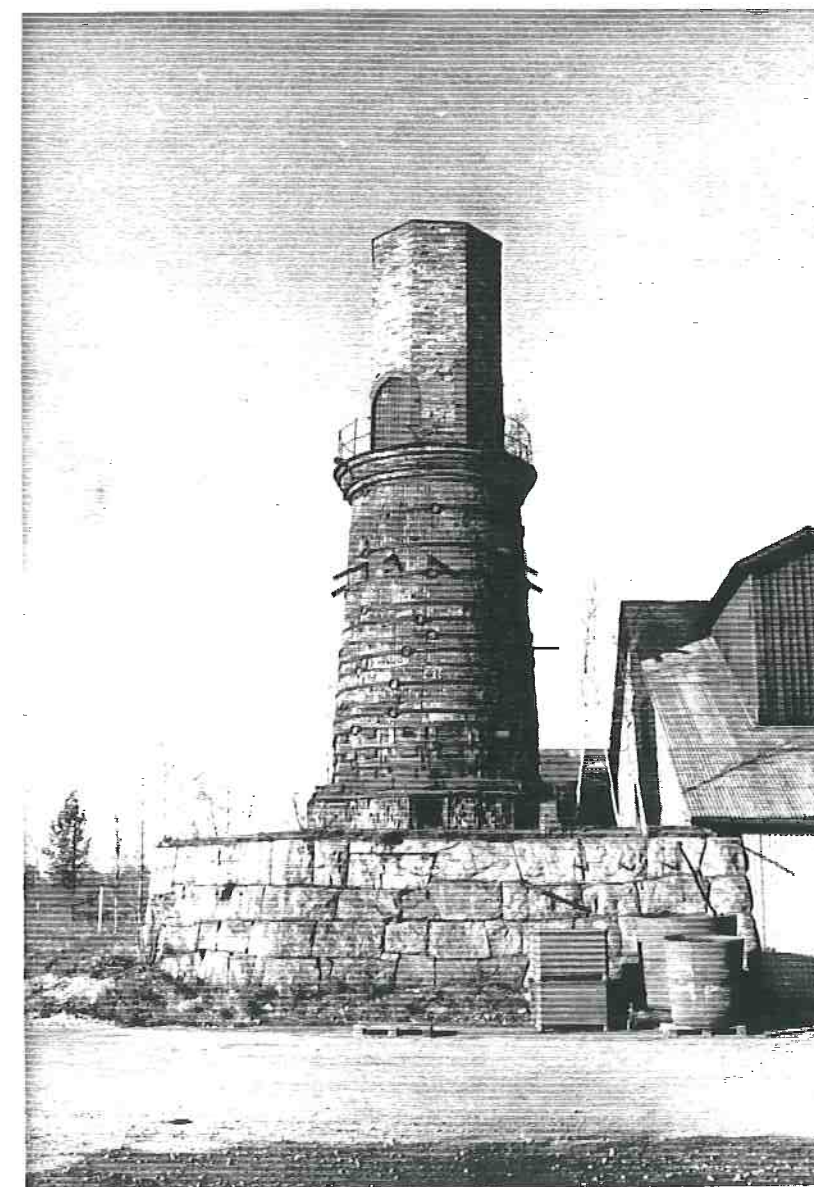
Bakgrund.

Befintliga delar av byggnaderna och de tekniska installationerna är i sitt nuvarande skick föga representativa för mas- och rostugnsanläggningens ursprungliga karaktär. Framför allt har olika rivningsetapper förvanskat anläggningen till oigenkännlighet. Bortrivna är bl.a. masugnen och dess byggnad, en stor del av förbindelsebyggnaden mellan masugn och rostugnarna, rostugnarnas byggnad, ugnarnas skorstenar och transportbanorna från malmlagren till ugnskransarna.

Trots skador och förvanskning är de bevarade delarna av anläggningen av stor betydelse som minnesmärken över industri- och teknikhistoria samt även för Söderfors brukshistoria. Detta förutsätter dock att en restaurering och en delrekonstruktion av rostugnsanläggningen genomförs. I annat fall blir de kvarstående resterna dömda till utplåning genom rivning, då de inte kan bevaras i nuvarande skick. Det aktuella tillståndet är dessutom föga representativt varken för den ursprungliga blästerhyttan eller för Westmansugnarnas särdrag.

En restaurering av anläggningen innebär omfattande åtgärder för att återställa den ursprungliga karaktären. Insatser måste omfatta själva ugnarna men även dess ursprungliga tillhörande skyddsbyggnad. Byggnaden kring ugnarna bör rekonstrueras och den kvarstående delen av längan i öster restaureras. Ugnsbyggnaden har även betydelse som skyddskonstruktion för ugnskropparna. Utan dessa åtgärder blir rostugnsanläggningen svårbegriplig och utan pedagogiskt eller historiskt värde. Med stor sannolikhet kommer också ugnarna att förfalla helt.

Beträffande bortrivna delar av anläggningen kan den tekniska kopplingen till blästermasugnen och själva masugnsbyggnaden rekonstrueras genom en utställning, som kan inrymmas i en restituerad ugnsbyggnad eller i den intilliggande längan. Utställningen kan omfatta fotografier, ritningar, modeller och en teknisk redovisning av tekniken och utvecklingen vid tackjärnsframställningen.



Skorstenarna.

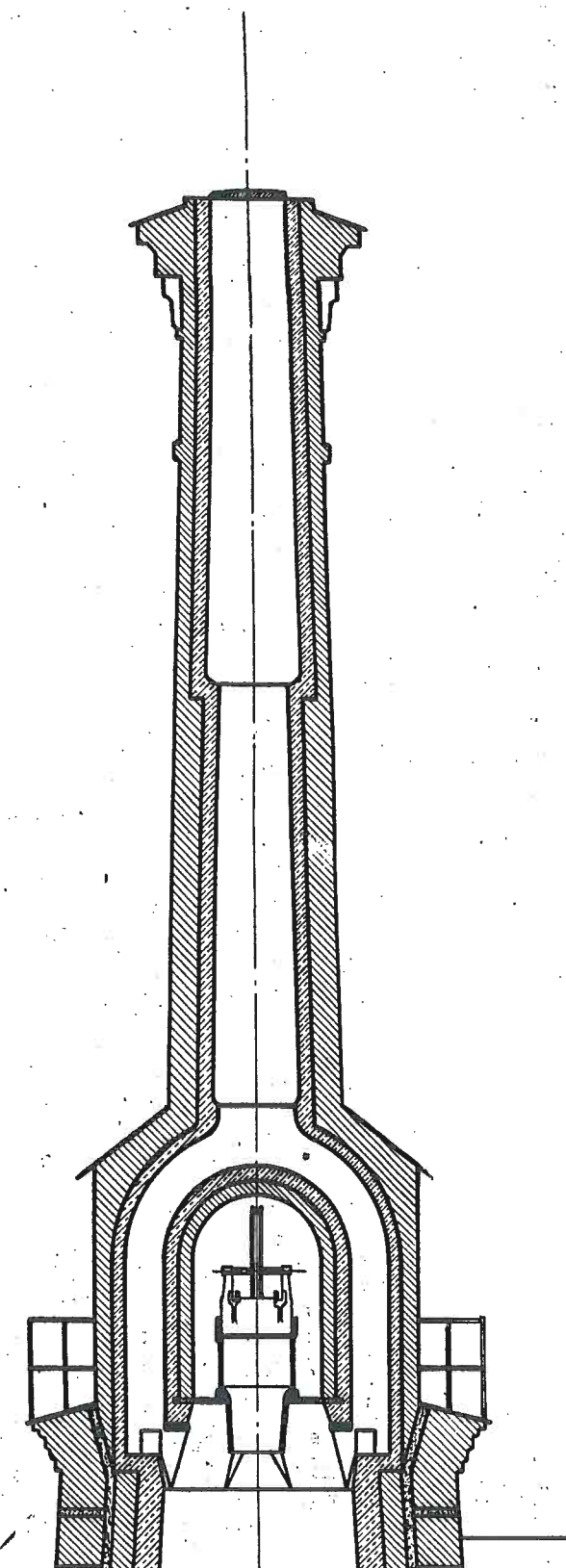
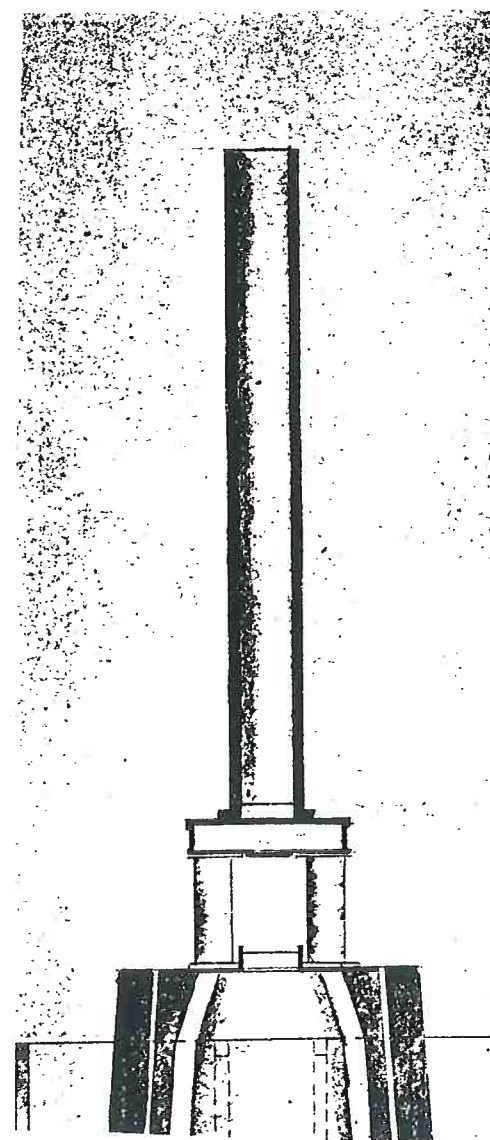
Ugnarna var försedda med tegelskorstenar, ca 12 m höga med fyrkantig sektion, som tillfördes i samband med uppförandet 1888 av den östra ugnen. Den västra ugnen var ursprungligen utrustad med plåtskorsten. Bägge skorstenarna revs på 1940-talet.

Om ugnarna skall bevaras måste skorstenarna rekonstrueras, eftersom skorstenslösa Westmansugnar aldrig förekommit. En tänkbar lösning kan vara att återställa den ursprungliga plåtrörsskorstenen (som fanns mellan 1878 och 1888) på den äldre (västra) ugnen och tegelskorstenen på den yngre ugnen. På detta sätt kan man avspegla förändringen och utvecklingen av Westmans rostugnar och Söderfors ugnar. Återställandet av plåtskorstenen medför dock en ändring av basen och valvet över ugnskransen. Ritningar för bägge konstruktionerna är bevarade vid Storas arkiv.

Vid nuvarande dokumentation har det inte varit möjligt att undersöka ugnens bärande förutsättningar vid uppförandet av en ny skorsten. Murverken kan ha försvagats och fått en minskad bärande förmåga vilket är av betydelse med hänsyn till den belastning som en ny skorsten innebär.

Om en närmare teknisk undersökning skulle visa sig vara negativ, kan ugnen kompletteras med en invändig bärande förstärkning. Förstärkningen kan bestå av stålpelare förankrade invändigt i ugnens botten. Pelarna avslutas med en bärande krona i höjd med skorstenens bas på vilken den nya skorstenen delvis kan vila. På detta sätt överförs en del av skorstensvikten till pelarna.

Vid återställande av tegelskorstenen behöver enbart dess yttre karaktär, d.v.s. de yttre tegelförbanden, lister och dragband, rekonstrueras. Detta för att eventuellt underlätta arbetet eller för att minska vikten av konstruktionen på ugnsstommen. Teglet kan eventuellt muras kring en stödstruktur av stål. Ursprungligt tegel, som kastats i ugnarna i samband med rivningen, bör kunna återanvändas i viss mån.



Ugnarna.

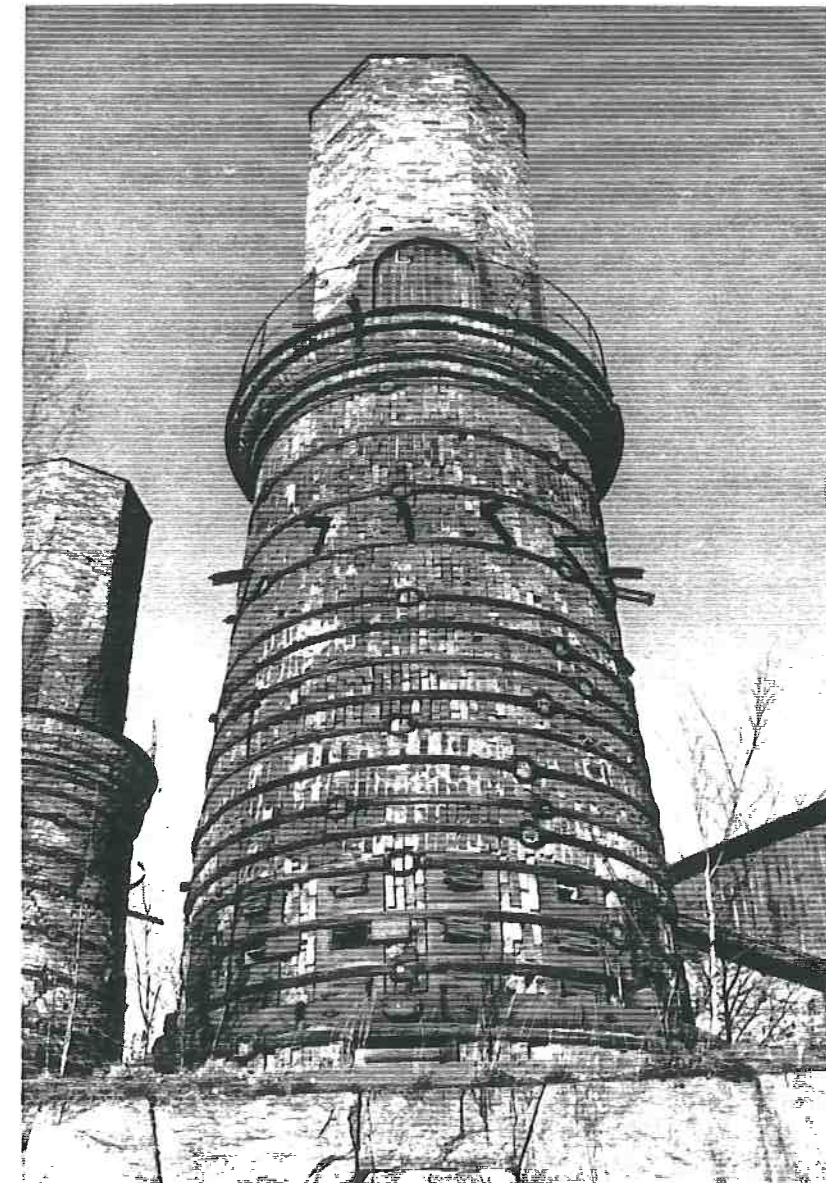
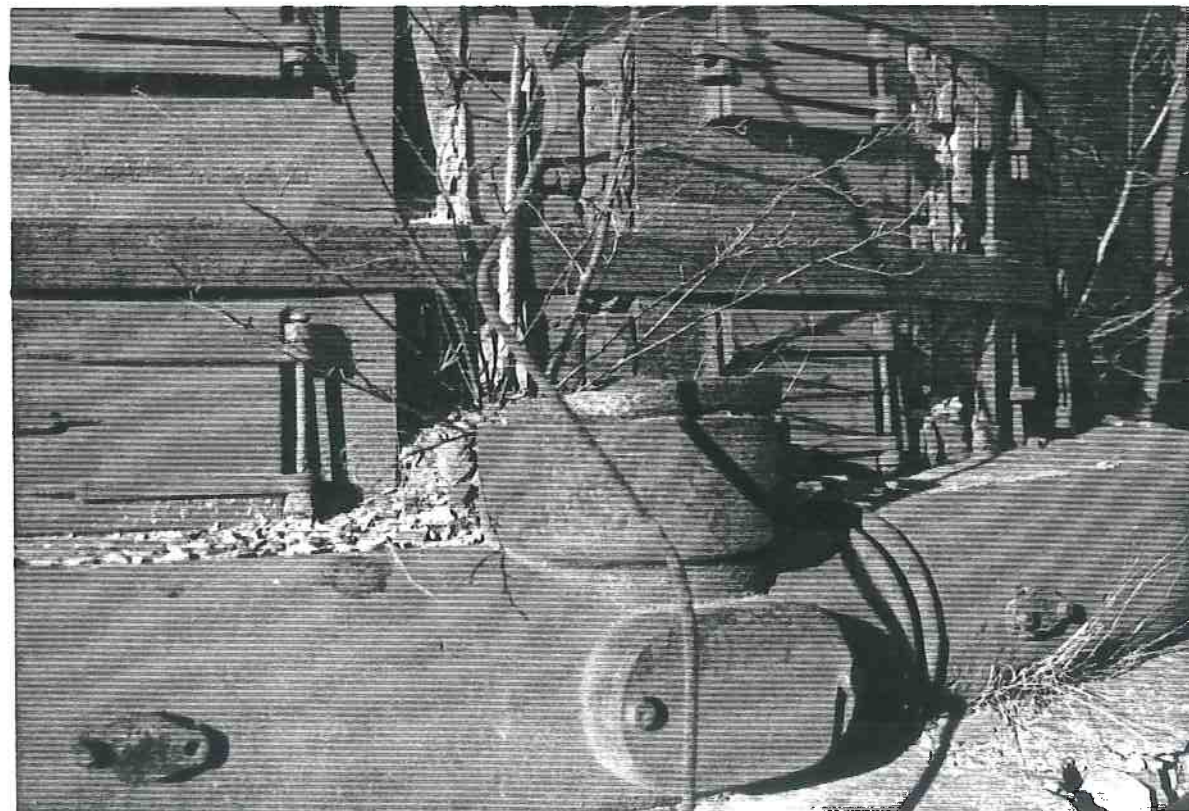
Vittrat tegel kan avlägsnas och ersättas med nya liknande tegelstenar. Ugnarnas murverk skall samtidigt fogas om med hydrauliskt kalkbruk, utvändigt som invändigt. Eventuella sprickor kan ifyllas på samma sätt.

Skadade eller brutna järndragband kring ugnarna skall lagas. Dessa behöver dock ej bytas ut. Vid behov kan dragbandsuppsättningen kompletteras med nya band, på nivåer där ugnarnas murverk kräver förstärkning av detta slag. Nya järnband bör dock avvika något i utformningen så de kan urskiljas från de ursprungliga.

Den yttre plåttäckningen på ugnarnas kransar bör ersättas, samtidigt skall räcket kring de övre plattformarna kontrolleras och lagas om så behövs.

Cementfyllningen på ugnarnas rörkransar (gasrören för insprutningen) skall avlägsnas. Övertäckningsplåtarna på rörens fogar skall återställas. Enbart en sådan är bevarad, nya kan tillverkas utifrån det bevarade exemplet. Övre rörkransar och förbindelserören mellan kransarna saknas. Dessa bör återställas av pedagogiska skäl, se äldre fotomaterial. Beträffande gasrören, se även under övrigt.

Enbart 2 av 16 luckor till tömningsvalven är bevarade. Nya luckor skall tillverkas utifrån de bevarade exemplaren. En genomgång av gas- och spetsgluggar bör även utföras.



Rostugnsbyggnaden.

Byggnaden kan rekonstrueras enligt originalritningarna och med hjälp av fotografier. Konstruktionen är relativt enkel med en bärande stomme av trästolpar och korsade snedsträvor i väggarnas övre del. Stolpkonstruktionen vilade på en plint, murad av slaggstenar i två löpskikt, vilken var uppförd på utkanten av byggnadens gråstenssockel. Väggyllningen över plinten, mellan stolparna, bestod av tegel murade i 1/2 stens s.k. skorstensförband.

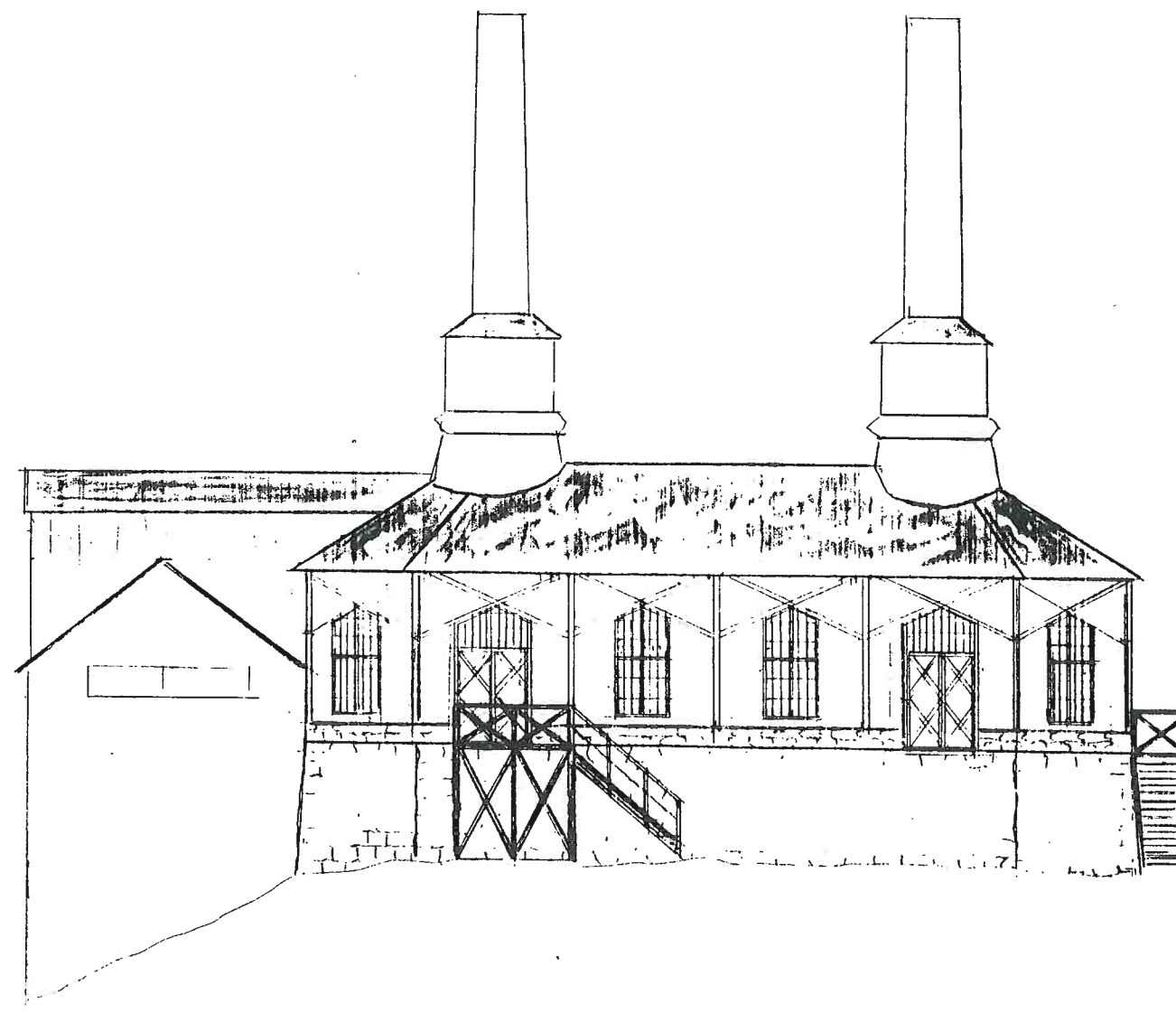
I varje travé, mellan stolparna, fanns fönster- och / eller dörröppningar. På byggnadens framsida fanns två pardörrar och på kortsidorna två enkla dörrar. Dörrarna var försedda med överljusfönster. I samband med restaureringen skall dörrar och fönster återställas. I anslutning till dörrarna, på byggnadens utsidor, fanns trätrappor som förbindelse mellan den yttre marknivån och rostugnsvåningen. Ritningar över trapporna saknas men dessa kan återställas med hjälp av äldre bildmaterial.

Takkonstruktionen bestod i sin fria del av Polonceautakstolar av järnstänger med träsparrar. Den ursprungliga takkonstruktionen finns bevarad i den kvarstående delen av byggnadslängan (rostbåsbyggnaden). I höjd med ugnarna vilade taksparrarna på järnfästen som var förankrade i ugnarnas murverk. Dessa fästen är ännu synliga på den östra ugnen. Takkonstruktionen kan återställas med hjälp av äldre ritningar samt genom studier av bevarade delar i byggnadslängan.

Hur undertaket var konstruerat är däremot mera oklart. Äldre bildmaterial, där partier av undertaket är synliga, visar täta taksparrar som troligen bärs av åsar. Råspånttäckning saknas och yttertaket av papp var förmodligen lagt direkt på sparrarna mellan vilka pappvådena var spända.

Vid en restaurering blir det nödvändigt att lägga brädtak som underlag för papptäckningen. Pappvådena skall läggas horisontellt i enkel slättäckning.

Asfaltbeläggningen på terrassen skall avlägsnas och den ursprungliga golvkaraktären återställas. Det är delvis oklart hur golvbeläggningen innanför byggnaden var utformad. En äldre bild visar att ytorna, i en cirkel kring ugnarna, var täckt med plåtskivor (möjligtvis gjutjärnsplattor) uppsatta i en dubbel rad. Plåttäckta gångar utgick också från arbetsytorna. Plåttäckningen var avsedd att underlätta transporten av den rostade malmen med kärror. Bilderna tyder också på att järnplattorna var lagda på tegelbäddar. Övriga ytor bestod troligtvis av stampad jord. Inför restaureringen av golven bör flera äldre fotografier studeras.



*Förslag till rekonstruktion av rostugnsbyggnaden. Västra fasaden.
Skala 1:200. J-P Darphin.*

Rostbåsbyggnaden

Enbart en mindre del, fyra travéer, av förbindelselängan (rostbåsbyggnaden) mellan rostugnsbyggnaden och masugnsbyggnaden är bevarad. Takvinkeln mot det nu bortrivna rostugnstaket är avkapad. Byggnadens tak avslutas nu mot väst i form av en rak gaveln i höjd med rostugnsbyggnadens sockel. De ursprungligen öppna gavlarna är numera igenmurade med tegel. I öster är den igenmurade gaveln övertäckt med korrugerad plåt. Denna bör avlägsnas och eventuellt ersättas med puts som kan skydda murverket.

Takets vinkel mot rostugnsbyggnaden måste återställas och yttertaketets karaktär återskapas genom pappbeläggning. Se rostugnsbyggnaden.

Byggnadens ursprungliga utvändiga utformning och karaktär bör återställas i samband med restaureringen av rostugnsbyggnaden. Framför allt beträffande östra fasaden där de nuvarande sjutdörrarna bör avlägsnas. I samband med detta skall ursprungliga korssträvor, tegelfyllning samt fönsteröppningar restitueras. Av praktiska skäl bör dock en dörröppning skapas i en eller två av travéerna för att möjliggöra en vidare användning av byggnaden. Den nya dörren kan vara av pardörrtyp och utformas på samma sätt som rostugnsbyggnadens dörrar.

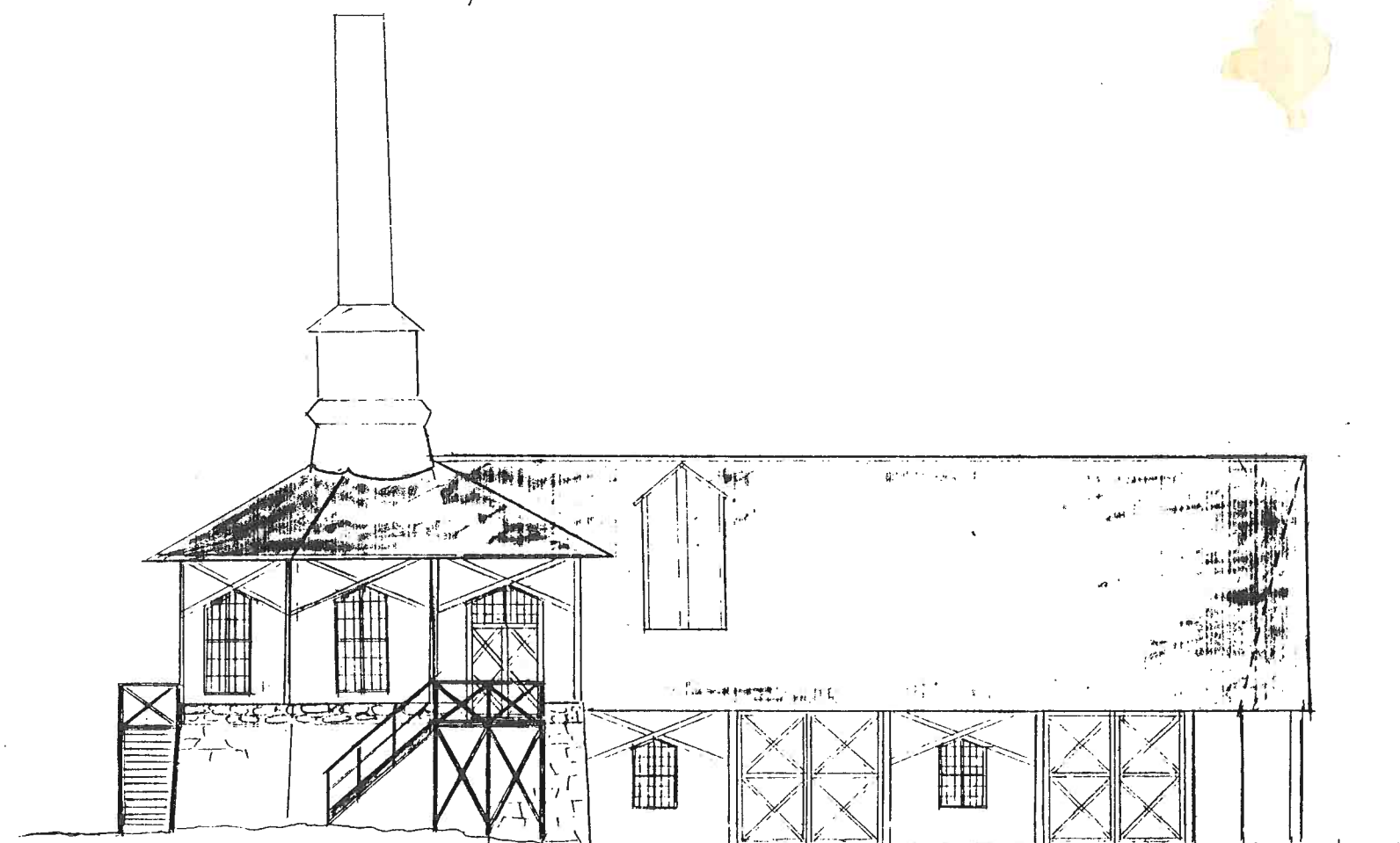
Restaureringen medför en förändring av byggnadens nuvarande funktion då tillgängligheten kommer att påverkas genom borttagandet av garagedörrarna.

Övrigt.

Av pedagogiska skäl kan en av transportbanorna för malmvagnarna rekonstrueras. Ingen detaljritning över dessa har påträffats men den enkla träkonstruktion kan rekonstrueras genom äldre fotografier. Principritning för tippanordningen finns dock. Banan kan anslutas till västra ugnen då nödvändig utrymme kan tas i anspråk nedanför byggnadens västra gavel. Även hjulet till banans spel bör återuppsättas över ugnens krans.

Invändigt kan gasrören restitueras enligt ritningar och bilder. Den ursprungliga kopplingen av rören mot masugnen skall i så fall avslutas mot den invändiga gaveln av intilliggande byggnad.

Spelanordning med elmotor, av liknande typ som den ursprungliga, kan återuppställas i byggnaden om en sådan kan påträffas.



Förslag till rekonstruktion av rostugns- och rostbåsbyggnaderna. Södra fasaden.
skala 1:200. J-P Darphin.

LITTERATUR OCH KÄLLOR

Svensk Teknisk Uppslagsbok, del II. 1942.

Söderfors förr, en samling bilder från gamla tider. 1978.

Söderfors 300 år. 1976.

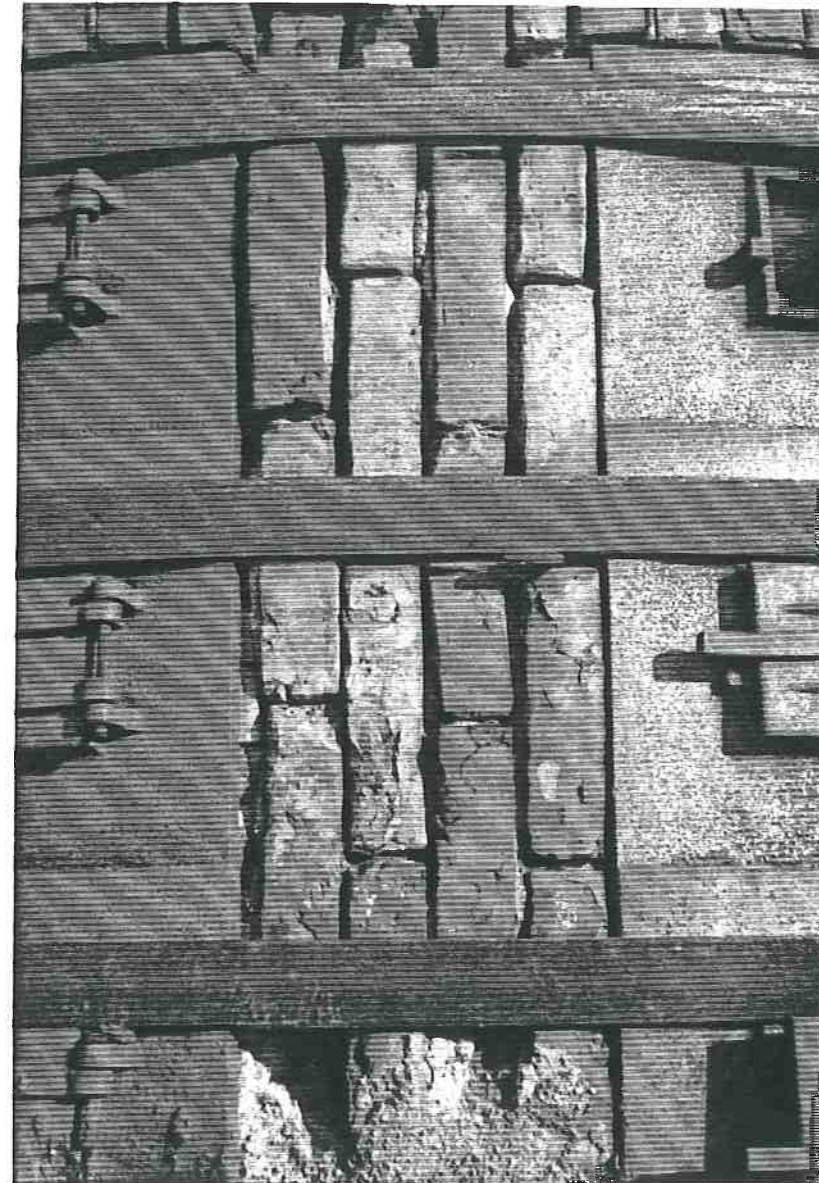
Sjöberg, Sven. 1984. Söderfors. En historisk framställning.

Uppfinningarnas bok, del IV. Gruvhantering och hyttväsen. 1873.

Uppfinningarnas bok, del V. Gruvhantering och hyttväsen. 1902.

Uppfinningarnas bok, del IV. Gruvväsen och metallurgi. 1928.

Ritningar från STORA:s centrala arkiv i Falun.



Detalj av östra ugnens murverk mellan spetsgluggarna.