Tag hand om tekniken

Inventering av kulturhistoriska industrimiljöer

Riksantikvarieämbetet

Tag hand om tekniken • Inventering av kulturhistoriska industrimiljöer

Tag hand om tekniken

Inventering av kulturhistoriska industrimiljöer

Bengt Spade
Mille Törnblom

Riksantikvarieämbetet

Riksantikvarieämbetet, Informationsavdelningen - Förlag
Box 5405, 114 84 Stockholm

Omslagsbild Träindustri i Skebokvarn, Södermanland. Foto Bengt Spade.

Formgivare Lennart Gunnarsson
Redaktör Agneta Modig

© 1997 Riksantikvarieämbetet
1:1

ISBN 978-91-7209-620-2 (PDF), 2012

Innehållsförteckning

Förord 4

Inledning 5

TEKNIKEN
av Bengt Spade
Kvarnindustri 6
Allmänt 6
Produktionsinriktningen 6
Kraftförsörjningen 8
Förmalningsprocessen 12
De viktigaste maskinerna 13
Litteratur 14
Ordlista 14

Sågverksindustri 15
Allmänt 15
Produkterna 15
Produktionsinriktningen 15
Kraftkällorna 16
De vanligaste arbetsoperationerna 17
Produktionsutrustningen 19
Sågtandning 20
De vanligaste maskinerna 21
Sågverksyrket 23
Några tillverkare av sågverksmaskiner 23
Litteratur 24
Ordlista 25

Snickeriindustri 26
Allmänt 26
Produktionsinriktningen 26
De vanligaste arbetsoperationerna 26
De vanligaste maskinerna 28
Snickerifabriker 30
Några tillverkare av snickerimaskiner 31
Litteratur 32
Ordlista 33

Gjuteriindustri 34
Allmänt 34
Materialet 34
Formningsmetoderna 35
Gjuteriprocessen 37
Arbetsoperationerna och processutrustningarna 37
Gjuteribyggnaderna 40
Gjuteriyrket 41
Litteratur 42
Ordlista 42

Verkstadsindustri 43
Allmänt 43
Produktionsinriktningen 44
Verkstadsprocesserna 44
De vanligaste maskinerna för skärande bearbetning 45
De vanligaste maskinerna för formförändrande bearbetning 49
Den vanligaste utrustningen för montering 51
Verkstadsbyggnader 53
Litteratur 53
Ordlista 54

Anläggningar för elförsörjning 55
Allmänt 55
Elsystemets uppbyggnad 56
Kraftverk 56
Transformatorstationer 60
Kraftledningar 63
Litteratur 65
Ordlista 65

Mer att läsa 66
Arbetsliv och konsumtionsmönster 66

MATERIAL I INDUSTRIMINNEN
av Mille Törnblom
Bakgrund 67
Projektbeskrivning 67
Presentation av projektet 68
Restaureringen av lancashire-smedjan i Karlholms bruk 69

Förord

Bevarande och vård av industrins anläggningar och miljöer är inte någon ny företeelse. I mer än hundra år har anläggningar tagits om hand och vårdats och i många fall räddats från rivning genom enskilda insatser. Företag har slagit vakt om sin historia och inom forskningen har ett flertal discipliner förmedlat kunskaper om Sveriges industrihistoria och industrins miljöer. Teknikhistoria, historia, ekonomisk historia, idéhistoria, geografi, företagsekonomi, nationalekonomi, etnologi och konstvetenskap är ämnesområden som ökat kunskapen.

År 1993 fick Riksantikvarieämbetet ett regeringsuppdrag att ta fram ett handlingsprogram för bevarande, vård och långsiktig förvaltning av landets industriminnen. Uppdraget skulle redovisas senast den första juli 1996. Ett handlingsprogram, "Vårt industrihistoriska arv", lämnades till regeringen i januari 1996 i samband med anslagsframställningen.

Ett viktigt led i arbetet med handlingsprogrammet har varit att få en bred belysning av kunskapsläge och behov av insatser såväl genom inventeringar och dokumentation som genom vårdinsatser.

Inför industriminnesinventeringar finns det ett behov av handledning. Detta kompendium har tagits fram för en kurs i industriminnesinventering som hållits i Forsvik, Skaraborgs län, åren 1995 och 1996. Kursen omfattade vid varje tillfälle en vecka och syftet har varit att ge en introduktion till några vanligt förekommande näringsgrenar som möter en inventerare av industrianläggningar.

Kompendiet användes vid de två kurserna. Ett önskemål framfördes om att kompendiet skulle publiceras för att kunna användas av andra som behöver handledning inför en inventering eller en dokumentation. Det är vår förhoppning att skriften skall inspirera till fortsatta studier.

Ulf Bertilsson
Avdelningschef
Kunskapsavdelningen

Inledning

Bristen på överskådlig och för icke-teknikern begriplig handledning vid industriminnesinventeringar är stor. Det tekniskt-industriella området förefaller vara en sluten värld, som till en början kan synas vara svår att genomtränga för lekmannen. Det krävs målmedvetenhet och vilja för att kunna tillgodogöra sig och förstå och begripa vad som möter besökaren som träder in i en industriell anläggning.

Luckorna i det teknikhistoriska vetandet känns besvärande. Det är svårt att teckna helhetsbilder av händelseförlopp på de ekonomiska, sociala och politiska fälten utan kunskaper om de tekniska faktorer som har spelat in.

Kultuminnesvårdarna, som står i begrepp att inventera och dokumentera en industrianläggning, kan inte förväntas ha specialistkompetens på alla industriminnesvårdens områden.

Därmed vill vi dock ingalunda hävda, att vad som här redovisas inte tidigare beskrivits av specialister, eller att skildringen skulle vara heltäckande. Det är här fråga om en en framställning som lyfter fram några branscher där avsikten är att fylla luckor i kunskapen om den processutrustning som hör till.

Syftet med detta kompendium är att ge en elementär handledning som i grova drag redogör för den processutrustning som en inventerare möter i några branscher. Det är angeläget att påpeka att redovisningarna i kompendiet är översiktliga.

Att vid en inventering endast besiktiga byggnaderna utvändigt är inte godtagbart när det gäller industrianläggningar. Här krävs en betydligt grundligare genomgång av processutrustningen och tekniska detaljer.

Ingenjör Bengt Spade har med sin breda erfarenhet och gedigna kunskaper sammanställt uppgifter om sex branscher. Han började tidigt, tillsammans med Erik Juhlin i Skaraborgs län, att dokumentera industrianläggningar. Denna kunniga dokumentationsgrupp utförde en rad kommunala industriminnesinventeringar. Bengt Spade gjorde även omsorgsfulla uppmätningar av anläggningarna. Senare har han, tillsammans med konsthistorikern Lasse Brunnström i Umeå, utfört en rikstäckande inventering, publicerad 1995, av landets vattenkraftverk på uppdrag av kraftindustrin och Riksantikvarieämbetet. För närvarande arbetar han med en rikstäckande inventering av handelskvarnarna, även den på uppdrag av Riksantikvarieämbetet.

Mille Törnblom, som är bergsingenjör, arbetar vid Antikvarisk-tekniska avdelningen vid Riksantikvarieämbetet. Vården av processutrustning och anläggningar utgör en mycket viktig del i arbetet med att bevara industrianläggningar. I kommande publikationer kommer en rad andra exempel att redovisas.

Kersti Morger är projektledare för Industriminnesprojektet vid Riksantikvarieämbetet. Hon svarar delvis för den kortfattade och översiktliga inledningen till varje bransch.

Det är vår förhoppning att detta kompendium skall kompletteras med studier av andra branscher. Vi hoppas också att kompendiet skall vara en inspirationskälla för de skilda aktörer som arbetar med att bevara och dokumentera industrins historia.

Kersti Morger
Projektledare
Industriminnesprojektet

Kvarnindustri

Allmänt

Att mala mjöl är ett tungt och tidsödande arbete. Vindens och vattnets kraft togs därför tidigt till hjälp vid denna angelägna syssla. För att kunna utnyttja naturkraften krävdes emellertid att särskilda anläggningar, mjölkvarnar, uppfördes. Eftersom dessa var svåra att bygga och krävde speciell kunskap för att drivas, blev det vanligt att de utnyttjades av flera hushåll. Förhållandet ledde till att en särskild kvarnnäring växte fram, vilken utgör grunden för dagens kvarnindustri. Näringen räknas till en av landets äldsta.

Kvarnnäringen uppmärksammades tidigt av centralmakten som ett lämpligt skatteobjekt. Kvarnarna kom därför tidigt att skattläggas. I och med detta blev det också nödvändigt för staten att utöva kontroll över näringen och dess omfattning. Myndigheterna hade också att bevaka det allmännas rätt och undersökte bl.a. om kvarnarna hade tillkommit i laga ordning och om vattenkvarnen tilltäppte vattendragens kungsådra. Mjölkvarnarna inventerades och registrerades därför vid flera tillfällen. Mest omtalad är 1697 års "kvarnkommission." Registren är i dag ovärderliga tillgångar för den som vill hämta mer kunskap om äldre tiders kvarnar.

Produktionsinriktningen

Husbehovskvarnar

Gamla tiders kvarnnäring drevs efter några olika huvudprinciper. Kvarnägaren kunde exempelvis utnyttja sin kvarn som **husbehovskvarn**, vilket innebar att förmalning endast skedde för den egna gårdens eller gårdarnas behov. Eftersom många kvarnar tillhörde stora jordägare, kunde kvarnarna ha betydande storlek. Ett exempel på en sådan är det småländska hövdingafästet Rumlaborgs kvarn, "Husets kvarn", vilken låg vid foten av de mäktiga fallen i Humlarumla å, i dag mer känd som Huskvarnaån.

Vattenkvarn vid Vistafors i Ätran, Älvsborgs län. Numera riven och ersatt av ett minikraftverk. Foto B. Spade, 1982.

Skabersjö stubbamölla, Malmöhus län. Foto B. Spade, 1986.

Tullkvarnar

Kvarnägaren kunde också upplåta sin kvarn mot avgift till den som önskade få sin säd mald, kvarnen drevs då som en **löne-** eller **tullkvarn.** Förmalningsavgiften erlades vanligtvis in natura som "tull." Under 1900-talet ansågs "tull" som gammalmodigt och landsbygdens småkvarnar kom då i stället att kallas **bygdekvarnar.**

Handelskvarnar

Under senare delen av 1800-talet kunde produktionen av spannmål i det svenska jordbruket inte längre hålla samma takt som efterfrågan. Framför allt ökade marknaden i de snabbt växande städerna. Situationen ledde till att en spannmålsimport av främst vete från framför allt USA och Kanada kom igång. Förmalning av den importerade brödsäden koncentrerades till större nyuppförda kvarnar i sydsvenska hamnstäder. Till skillnad från tullmjölkvarnarna skedde förmalningen i de nya kvarnarna av säd som kvarnägarna själva köpte in. Mjölet såldes dessutom under kvarnägarnas egna varumärken. De nya kvarnarna kom att kallas för **handelskvarnar.**

Större handelskvarnar byggdes bl.a. i Göteborg 1875, 1898 och 1915, Falkenberg 1904, Halmstad 1885 och 1896, Helsingborg 1883 och 1885, Landskrona 1880, Malmö 1865, 1875 och 1882, Trelleborg 1896, Ystad 1888, Kristianstad 1898, Kalmar 1847, Norrköping 1863, 1895 och 1911, Mjölby 1885, Mariestad 1874, Stockholm 1890 och 1897, Uppsala 1874 samt Gävle 1896.

Befolkningsökningen i landet under 1800-talet ledde till att totala antalet mjölkvarnar ökade. Vid sekelskiftet har man uppskattat att det fanns ca 6 000 mjölkvarnar i landet. Med den nya tidens sammanslagningar av företag och rationaliseringar kom landets kvarnnäring under 1900-talet att koncentreras till ett fåtal stora företag. Antalet kvarnar med en årlig förmalning av minst 60 ton är i dag endast 30. Av dessa svarar ett tiotal för merparten av produktionen.

Kraftförsörjningen

Vattendrivna kvarnar

De flesta av de äldre svenska mjölkvarnarna var vattendrivna och den traditionella kvarnen drevs av vattenhjul. I de enklaste kvarnarna var detta utformat som ett mycket enkelt propellerliknande hjul av trä med vertikal axel, **skvalthjulet**. Hjulet drev direkt ett litet stenpar utan transmission. Kvarntypen hade många namn, som **skvaltkvarn, skvalta, fotviska** m.m.

I mer avancerade kvarnar användes vattenhjul med horisontell axel, kvarnarna kallades då för **hjulkvarnar**. Hjulen kunde ha något olika form. Vanligtvis byggdes de som **överfallshjul** eller **bröstfallshjul**, vilket innebar att det tillrinnande vattnet leddes fram i en ränna som slutade över hjulet eller i dess axelhöjd. I hjulets periferi satt fack eller skovlar, vilka fylldes med vatten och tyngde ner hjulet som på så sätt sattes i rörelse. Hjulen verkade således genom vattnets tyngd. De gick sakta men utnyttjade vattnet väl, vilket var särskilt angeläget vid knapp vattenföring.

Holkkvarn på Kålland, Skaraborgs län. Foto B. Spade, 1981.

Ute på den halländska slätten, nästan alltid med vingarna riktade mot havet, står denna stora holländare, byggd under 1890-talet. Steninge i Hallands län. Foto B. Spade, 1986.

Vid mitten av 1800-talet hade tillverkning av den kontinentala nymodigheten **vattenturbinen** tagits upp av några svenska verkstäder. Turbinen blev snart populär tack vare dess smidighet. Välbeställda kvarnägare var inte sena att installera turbiner i sina kvarnar och uttrycket **turbinkvarn** blev ett begrepp. En viss misstro här och var till vattenturbinen gjorde emellertid att vattenhjul fortsatte att nybyggas ända fram till andra världskriget. Därför finns hjulkvarnar bevarade än i dag.

Vattendragens olikheter i flöden och fallhöjder gör att de har varit mer eller mindre lämpliga för att driva kvarnar. I jordbruksbygder har i första hand lättillgängliga forsar och fall med en jämn vattenföring blivit utbyggda med mjölkvarnar. I sådana vattendrag har kvarnarna ibland kommit att ligga på rad efter varandra. Särskilt omtalade är bl.a. kvarnarna i Motala ström vid Norrköping, i Röttleån strax söder om Gränna, i Östergötlands Svartå vid Mjölby och i Mölndalsån söder om Göteborg. Vattendragen här har ganska koncentrerade fall- och forssträckor och i deras avrinningsområden bidrar en stor andel sjöar till en jämn vattenföring.

Väderkvarnar

Vinddrivna kvarnar förekom huvudsakligen i de blåsigare kusttrakterna där de placerades i höga och fria lägen. Vindkraftens nyckfullhet är dock omvittnad och att "mölla med väder" kunde vara lite av hasard.

Väderkvarnarnas vingar bör ha så stor diameter som möjligt för att ge önskad kraft. De måste därför placeras högt upp. Väderkvarnar är därför alltid utformade som tornbyggnader med vingarnas axel lagrad högst upp.

Kunskapen att driva mjölkvarnar, sågkvarnar och stampar med vindkraftteknik uppkom under medeltiden. Väderkvarnar omtalas i skrift i vårt land redan under 1300-talet. Liksom vattenkvarnarna var de tidiga väderkvarnarna små och enkla och innehöll endast ett stenpar.

För att få en tillfredsställande funktion

Kvarnviks Valskvarn vid Örtofta i Malmöhus län är en av landets minsta handelskvarnar, uppförd 1891. Foto B. Spade, 1996.

Kvarn AB Motala Ströms handelskvarn uppfördes i början av 1920-talet vid Motala Centralstation, Östergötlands län. Kvarnrörelsen lades ner 1955 och byggnaden är rivningshotad. I bakgrunden till vänster radiostationens två master. Foto B. Spade, 1991.

måste väderkvarnens vingar vara riktade mot vinden. Detta innebär en konstruktiv komplikation; hela drivanordningen måste vara vridbar för att kvarnen skall fungera, oavsett från vilket håll det blåser. Vid de äldsta väderkvarnarna byggdes hela kvarnen så att den kunde vridas kring en vertikal axel, fastsatt i marken. Sådana kvarnar, **stolpkvarnar** eller **stubbamöllor**, kan man fortfarande se på t.ex. Öland.

Tillkomsten av **holkkvarnen** innebar en förbättring av den klumpiga stubbamöllan. Holkkvarnen har kvarnkroppen uppdelad i en övre och en nedre del. I den övre, som kan vridas, sitter vingarna och transmissionen och i den nedre finns förmalningsutrustningen. Holkkvarnar har förekommit i vårt land särskilt i Vänerns kusttrakter och än i dag finns några kvar ute på Kålland.

Under 1800-talet introducerades de stora och mäktiga **holländarna** i landet. Detta var kvarnar med kontinentalt ursprung från 1500- och 1600-talen. Holländarna var **hättkvarnar**, vilket innebar att endast den allra översta delen av kvarnbyggnaden, hättan, var vridbar. I likhet med stubbamöllorna och holkkvarnarna byggdes holländarna av trä. Med den nya utformningen kunde de emellertid resas högre än tidigare och förses med vingar som hade större diameter. Ur de större vingarna kunde mer kraft erhållas och holländarna försågs vanligtvis med två eller fler stenpar. I många kustnära jordbruksområden har holländarna kommit att bli välbekanta silhuetter i kulturlandskapet.

Ångkvarnar

Vid etableringen av handelskvarnarna ville kvarnägarna ha sina kvarnar så nära hamnarna som möjligt. De sydsvenska hamnstäderna ligger emellertid med få undantag vid forsar och fall, som är så energirika att de kunde ge tillräcklig kraft till de stora handelskvarnarna. Med undantag av kvarnarna i Norrköping, Mjölby och Mariestad som låg vid ener-

Interiör från valsbotten på Stadskvarnen i Mariestad, Skaraborgs län, med valsstolar i en prydlig rad. Kvarndriften nedlagd 1994. Foto B. Spade, 1977.

girika vattenfall samt Falkenberg, där man redan från början hade elektrisk kraft tillgänglig, installerades därför kol- och vedeldad ångkraft. Denna hade dessutom inte vindkraftens eller vattenkraftens nyckfullhet. Den än i dag imponerande Kalmar Ångkvarn, som tidvis var Skandinaviens största kvarn, hade exempelvis två gigantiska ångmaskiner med en sammanlagd effekt av inte mindre än 2 000 hk.

Ursprungligen kallades **ångkvarnarna** för **eldkvarnar** (de drevs av "eld och vatten"). Uttrycket blev särskilt bekant för landets första ångkvarn som anlades 1805–1806 av ämbetsmannen och teknikern A. N. Edelcrantz på nuvarande stadshustomten i Stockholm. Minst lika omtalad som vid dess tillkomst, blev "Eldkvarnens" hädanfärd, när den under stor dramatik brann ner den 31 oktober 1878.

I de ångdrivna handelskvarnarna var man noga med att framhålla nyordningen. Detta framgick inte minst av firmanamn som Trelleborgs Ångqvarn, Ystads Franska Ångqvarn, Upsala Ångqvarn etc.

Elkvarnar

När elektrisk kraft blev allmänt tillgänglig i början av 1900-talet elektrifierades kvarnnäringen snabbt. Landets första elektriska kvarn eller **elkvarn** är Fivelstads kvarn utanför Motala. Kvarnen, som fortfarande finns kvar, togs i bruk redan 1892 och drevs med tvåfasig växelström, överförd från ett kraftverk i Motala. Sedan den trefasiga växelströmmen slog igenom under åren kring sekelskiftet 1900, har man så gott som uteslutande installerat elektrisk drift i nyanlagda tullkvarnar och handelskvarnar. Att använda uttrycket "Elkvarn" i firmanamnet var en tid lika populärt som "Ångqvarn" var under 1800-talet, t.ex. Falkenbergs Elektriska Valskvarn.

Under första världskriget blev vattenkraften starkt efterfrågad för generering av belysningsström. Många kvarnfall kompletterades då med små elektriska vattenkraftverk och elkraft distribuerades till omgivningen för kraft- och belysningsändamål. Vid landets fortsatta elektrifiering knöts distributionsområdena ihop,

vilket gav större säkerhet i elleveranserna. Kvarnägarna lät därför så småningom installera elektrisk drift även i vattenkvarnarna, ofta som ett komplement till den stundom nyckfulla egna direktverkande vattenkraften.

Förmalningsprocessen

I kvarnarna mals råvaran, tröskad och torkad brödsäd, till mjöler och gryner för hushåll och bagerier. Förmalningsprocessen har genomgått stora förändringar sedan handkvarnarnas tid. Kunskap och teknik att producera ett bakningsdugligt mjöl utgör sedan länge en särskild gren, **cerealteknik**, inom livsmedelstekniken.

Jämfört med de ålderdomliga tull- och husbehovskvarnarna genomgår malgodset ett flertal operationer i de nutida handelskvarnarna, allt i syfte att tillgodose konsumenternas krav och att få ut största möjliga mängd mjöl ur sädeskornet. Själva förmalningsmetoden förändrades dessutom radikalt, när man under 1800-talet övergick från stenmalning till att mala på valsar.

I handelskvarnarna omfattar processen i grova drag **lagring, rensning, förmalning** och **paketering**.

Lagring

I handelskvarnarna lagras spannmålen i **silor** i varierande omfattning. Lagring sker även i producentleden, antingen på den egna gården eller i särskilda **lagerhus** eller silor.

I sammanhanget kan nämnas att landets första stora lagerhus för spannmål uppfördes av staten 1917–1918 till följd av den besvärliga försörjningssituationen under första världskriget. Lagerhusen byggdes av trä efter gemensamma ritningar och uppfördes i Åstorp, Eslöv, Östra Klagstorp, Tomelilla, Vara, Linköping, Hallsberg och Roma. Deras karaktäristiska exteriörer formgavs av arkitekten Gunnar Asplund.

Rensning

När spannmålen kommer till kvarnen är den tröskad, vilket innebär att agnar och ax har skiljts bort. För hållbarhetens skull är spannmålen också torkad; fuktig säd börjar exempelvis lätt att gro. Säden innehåller dock skräp samt korn som är groddskadade, främmande, underutvecklade m.m. Allt detta tas bort före själva förmalningen i rensningen, vilken sker i olika slags **rensmaskiner**.

Förmalning

I äldre tider skedde förmalningen mellan två roterande stenar. I dessa **stenkvarnar** sammanmaldes kornets alla delar och med nutida terminologi erhölls ett **sammalet mjöl**. Detta var ganska grovt och innehöll dessutom bortslitet material från kvarnstenarna.

Numera strävar man vid förmalningen efter att skilja bort kornets grodd och skal från själva kärnan (frövitan). Man får då ett mjöl som är vitt och har goda bakningsegenskaper.

Med få undantag krossas eller snarare kläms kornet mellan valsar i **valsstolar** vid förmalningen i handelskvarnarna. När valsstolarna infördes under senare delen av 1800-talet, kallade sig kvarnföretagen gärna för **valskvarnar** med namn som Slottsmöllans Valskvarn, Malmö Stora Valskvarn, Helsingborgs Valsqvarn m.fl.

Vid valsningen eftersträvar man vid malning av exempelvis vete, att skilja kärna och skal åt genom att försiktigt klämma eller pressa ut kärnan ur skalet. Kornet får därför passera genom valsarna flera gånger. Vid första passagen, "första skråt", erhålls bara en del mjöl ur kärnan. Det som inte är mjöl får passera genom valsparen ytterligare några gånger tills det mesta ur kärnan är tillvarataget.

När man gick över till att mala mjöl med valsar, blev det nödvändigt att komplettera förmalningen med **siktning**. För att det färdiga mjölet inte skall behöva cirkulera i onödan i processen, skiljs det efter varje passage genom valsstolarna bort ur malgodset med hjälp av särskilda **siktar**. Malgodset anrikas på så sätt successivt med groddar och skal. Denna biprodukt, **kli**, är ett populärt boskapsfoder i lantbruket men används även som tillsats till mjöl och frukostflingor.

För att bygdekvarnarna skulle kunna möta konkurrensen från de stora handelskvarnarna installerades valsstolar som komplement till stenparen. Äldre kvarnbyggnader byggdes då ofta på med ytterligare ett plan för siktutrustningen, en **siktbotten**. Ibland nöjde man sig med att endast göra en tornliknande utbyggnad på taket över siktutrustningen. Bygdekvarnar som inte blivit förhöjda är sällsynta.

De viktigaste maskinerna

Rensmaskiner

Rensmaskinerna tar bort icke önskvärda delar och föremål ur malgodset. Inblandningar som är lätta, exempelvis ihåliga korn, agnar, halm m.m. avlägsnas med en kraftig luftström i **aspiratören**. Metallföremål tas om hand av en **elektromagnet**, medan främmande frön skiljs bort i **triören**, vilken sorterar ut korn med avvikande form och storlek. I **spets- och skalmaskinen** nöts de yttersta delarna av kornets skal bort och i **borstmaskinen** befrias spannmålen från damm och löst sittande skaldelar. På **skakborden** sorteras småsten och andra oönskade föremål bort. En storlekssortering av malgodsets korn kan dessutom göras med skakbordet.

Kvarn- eller förmalningsmaskiner

Den traditionella förmalningsmaskinen är **malgången**, vilken består av två stora runda stenar ovanpå varandra. Den undre stenen, **liggaren**, är fast och den övre, **löparen**, drivs från kvarnmaskineriet. De bägge stenarna bildar tillsammans ett stenpar. Vid förmalning inställs stenarna med ett **lätteverk** så att ett litet avstånd bildas mellan dem, tillräckligt stort för att kornen skall kunna komma emellan och bearbetas. Malgodset tillförs från centrum och matas ut mot periferin av **räfflor** huggna i stenarna.

I äldre tider var kvarnstenarna tillverkade av naturligt material och höggs direkt ur lämpliga bergarter. Särskilt omtalade är kvarnstenar från Lugnås i Västergötland, Komstad i Småland och Höör i Skåne. Mot slutet av 1800-talet började man tillverka konstgjorda kvarnstenar av kvartsit, flinta, smärgel eller kvarts.

Under senare delen av 1800-talet skedde en avsevärd förbättring av förmalningstekniken när valskvarnarna infördes. I dessa matas malgodset ut mellan två valsar av porslin eller stål. Stålvalsarna är både räfflade och släta och går sinsemellan med något olika hastighet, vilket gör att kornet klipps eller skärs sönder. För-

Nord Mills handelskvarn i Malmö är vid sidan av Juvels kvarn i Göteborg landets största. Kvarnen togs i drift 1885 och hette då Malmö Stora Valskvarn. Foto B. Spade, 1996.

malningen inleds ofta med att kornet löses upp mellan grovt räfflade valsar varefter det utmals mellan finräfflade eller glatta valsar. Valsstolarna utförs normalt som **dubbla valsstolar**, d.v.s. de har två par valsar. Det plan i valskvarnarna där valsstolarna är uppställda, kallas vanligen för **valsbotten**. Valsstolarna drivs av motorer som står på **transmissionsbotten**, vilken är planet under valsbotten.

I valskvarnarnas förmalningsutrustning spelar **siktarna** en viktig roll. De första kvarnsiktarna bestod av en långsamt roterande, liggande, cylindrisk trumma, överklädd med siktduk. Sikttypen, som kallas **centrifugalsikt**, kan fortfarande återfinnas här och var i äldre bygdekvarnar.

I början av 1900-talet introducerades **plansiktarna**. Dessa trängde snart undan äldre sikttyper i de större kvarnarna. Plansikten består av ett system av siktar, vilket gör att siktgodset kan delas upp i flera produkter med olika grovlek. Siktsystemet är monterat i en kraftig ram, som är fritt upphängd i taket med stållinor. Siktens rörelse åstadkoms genom rotation av en excentriskt lagrad vikt.

Vid de moderna valskvarnarna strävar man efter att skilja ut så mycket som möjligt av kärnan ur kornet, man önskar ha en hög **utmalning**. Själva förmalningsprocessen har därför utökats med maskiner som kompletterar valsstolarna, t.ex. klislungor. På så sätt kan man nå en utmalningsgrad av över 80 procent, vilket innebär att så gott som all kärna tas till vara.

Paketering

Kvarnarnas kunder är bagerier och hushåll. Till bagerierna levereras mjölet i lösvikt (bulk) eller på säck och till hushållen förpackas mjölet vanligtvis i tvåkilospåsar. I de större kvarnarna sker både **säckning** och **påsning** automatiskt med ganska komplicerade förpackningsmaskiner.

Litteratur

Ek, Sven B. *Väderkvarnar och vattenmöllor.* Lund 1962.

Kvarnföreningen 50 år. 1914–1964. Stockholm: Kvarnindustriföreningen 1964.

Manker, Ernst. *Kvarnarna på Tjörn.* Stockholm 1965.

Svenska Kvarnar. Red. av J. Winning. Stockholm: Svenska Yrkesförlaget AB 1940.

Svenska Kvarnföreningen 75 år. 1914–1989. Stockholm: Svenska Kvarnföreningen 1990.

Ordlista

aspiratör *13*
borstmaskin *13*
bröstfallshjul *8*
bygdekvarn *7*
centrifugalsikt *14*
cerealteknik *12*
dubbel valsstol *14*
eldkvarn *11*
elektromagnet *13*
elkvarn *11*
fotviska *8*
förmalning *12*
förmalningsmaskin *13*
handelskvarn *7*
hjulkvarn *8*
holkkvarn *10*
holländare *10*
husbehovskvarn *6*
hättkvarn *10*
kli *12*
kvarnmaskin *13*
lagerhus *12*
lagring *12*
liggare *13*
lätteverk *13*
lönekvarn *7*
löpare *13*
malgång *13*
paketering *12*
plansikt *14*
påsning *14*
rensmaskin *12*
rensning *12*
räfflor *13*
sammalet mjöl *12*
sikt *12*
siktbotten *12*
siktning *12*
silo *12*
skakbord *13*
skvalta *8*
skvalthjul *8*
skvaltkvarn *8*
spets- och skalmaskin *13*
stenkvarn *12*
stolpkvarn *10*
stubbamölla *10*
säckning *14*
transmissionsbotten *14*
triör *13*
tullkvarn *7*
turbinkvarn *9*
utmalning *14*
valsbotten *14*
valskvarn *12*
valsstol *12*
vattendriven kvarn *8*
vattenturbin *9*
väderkvarn *9*
ångkvarn *11*
överfallshjul *8*

Sågverksindustri

Allmänt

Såghanteringen var vid 1700-talets början en allmogenäring som bedrevs i små och primitiva ramsågar. Det primitiva låg inte i anläggningarnas mekaniska utförande utan i sågbladens grovlek. Med tunnare sågblad blev virkesförlusterna mindre, brädorna jämnare och sågen gick i snabbare takt. I Holland hade fin- och flerbladiga sågverk utvecklats under 1600-talet. Importen till Sverige av holländska sågblad började på 1730-talet.

Sågverksindustrins mycket snabba expansion under decennierna före 1870 betingades av den industriella situationen i framför allt England men även i andra länder. Sågverksindustrin, tillsammans med den effekt den åstadkom inom andra sektorer, kan med fog sägas ha varit motorn i hela den industriella utvecklingen före 1870 och stimulerade såväl kapitalvaru- som konsumtionsindustrin.

Sågverksindustrins expansion kom först i landets sydvästra delar som låg närmare marknaden. De stora skogarna i Värmland och Dalsland gav råvaran.

Tunadals ångsåg, anlagd 1849 i Tunadal, var Sveriges första exportångsåg och den första i Norrland. Ångsågarna gjorde det möjligt att lokalisera verksamheten till kusten, vilket i sin tur förutsatte att älvarna rensades för att flottning över långa sträckor skulle bli genomförbar.

Trävaruexporten femfaldigades från 1850 till 1872. I slutet av 1890-talet fanns det ett fyrtiotal sågar i Sundsvallsområdet, sexton enbart på Alnöns västsida. Järnvägsbyggandet gjorde det möjligt att anlägga ångsågar även i inlandet där flottningsleder korsades av järnvägar. När elektrifieringen slog igenom från och med 1920-talet uppstod två nya geografiska mönster. Dels växte de exportinriktade, kustbaserade sågarna ytterligare i storlek och produktivitet, dels uppstod ett stort antal mindre cirkelsågverk, spridda överallt i landet och med huvudsakligen lokala avsättningsmarknader.

Det var först på 1960- och 1970-talen som dessa småsågar började försvinna ur drift. År 1965 fanns det 5 400 brukbara sågar i Sverige, varav 4 500 i drift. I början av 1990-talet hade antalet sjunkit till cirka 2 400, varav inemot 2 000 hade färre än fem anställda.

Produkterna

I sågverket sönderdelas eller försågas råvaran **timmerstockar** till **virke**. Efter dimension benämns virket exempelvis **brädor, plank, reglar, sparrar, bjälkar** etc. Förr mättes virkets bredd i **tum** (", 2,5 cm), längd i **fot** (', 30 cm) och volym i **standard** (std, 4,67 m^3). Numera mäter man i mm, meter och kubikmeter. De olika virkesprodukterna har ungefär följande huvudmått:

Brädor, max tjocklek ca 45 mm (1 3/4") och minsta bredd ca 100 mm (4").

Plank, minst 50 × 200 mm (28").

Sparrar, 100–220 mm (4-8 3/4") i fyrkant.

Bjälkar, minst 225 mm (9") i fyrkant.

Produktionsinriktningen

Husbehovssågverk

Husbehovssågarna är små, enkla anläggningar som ligger på landsbygden. Sågarna tillhör vanligtvis lantbruk och oftast försågas eget timmer för gårdens behov.

Legosågverk

Även **legosågarna** är små anläggningar, där timmer vanligtvis försågas på uppdrag av oftast skogsägande bönder. Legosågen liknar husbehovssågen. Stundom fungerar sådana här sågverk både som husbehovs- och legosågar.

Handelssågverk

Handelssågverket är oftast en betydligt större anläggning än de två tidigare sågverkstyperna. Här sker försågning för avsalu av timmer som förvärvats från skogsägare. Till handelssågverket hör numera vanligtvis virkestork och ofta hyvleri. Produktionen avyttras inom landet som snickeri- och byggnadsvirke.

Exportsågverk

Exportsågverket har samma produktionsutrustning som handelssågverket. Hela eller delar av produktionen går på export.

Kraftkällorna

Vattendrivna sågverk

Timmersågning är ett tungt och energikrävande arbete. Vattenkraft har därför tidigt kommit till användning här. Landets äldsta i skrift kända sågverk låg vid Forsvik i Västergötland, där fallhöjden mellan sjöarna Viken och Vättern utnyttjades redan under 1400-talet.

Ursprungligen drevs **vattensågarna** av **vattenhjul**. Från 1850-talet började dessa ersättas av **vattenturbiner**. Numera finns endast ett fåtal vattendrivna sågverk i landet.

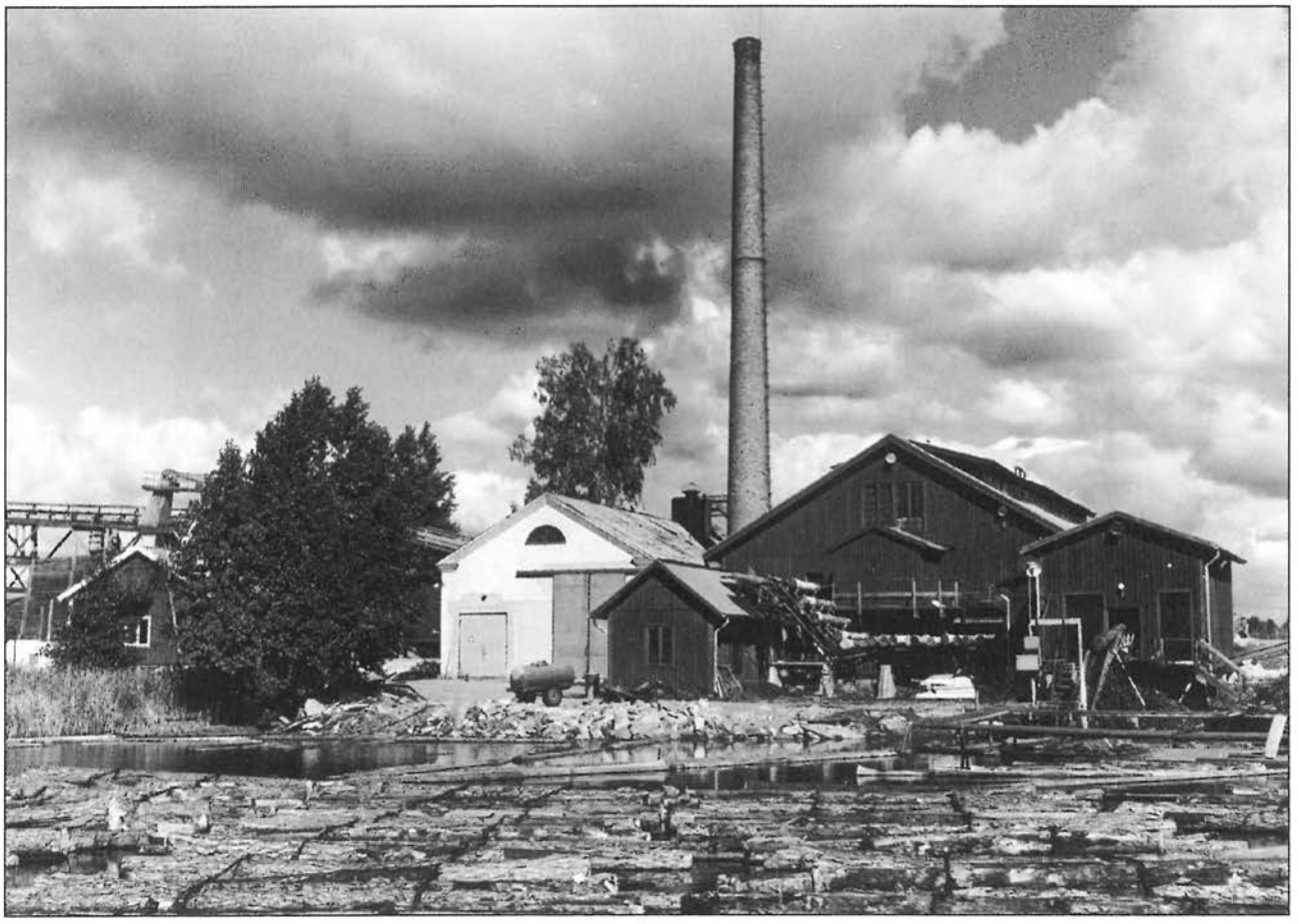
Ångdrivna sågverk

Vid mitten av 1800-talet började efterfrågan öka på sågat virke i Europa, vilket ledde till att stora sågverk som drevs av **ångmaskiner** växte fram. Sågverken kunde nu flyttas från vattenfallen inne i landet ner till kusterna. Särskilt omtalad är den starka koncentrationen av ångsågar till Sundsvallsområdet, där Norrlands första ångsåg togs i bruk 1849 vid Tunadal. *Och såg vid såg jag såg, varthelst jag såg...*, skaldade Elias Sehlstedt 1872. Vid mindre sågverk användes ofta en hjulförsedd och flyttbar kombinerad ångpanna och ångmaskin, den klassiska **lokomobilen**. Ett fåtal sågverk har byggts med **turboelektrisk** drift, d.v.s. med maskiner drivna av elmotorer, vilka får ström från ångturbindrivna generatorer. I Sverige fanns ångdrivna sågverk kvar i drift in på 1970-talet.

Eldrivna sågverk

Med nyvunna erfarenheter av **elektrisk drift** började man efter sekelskiftet 1900 elektrifiera driften i sågverken. Vid de första elektrifieringarna användes en centralt placerad motor, som i likhet med ångsågarnas ångmaskiner drev sågverkens maskiner via axelledningar och remtransmissioner. Senare övergick man till direktdrivna maskiner. Alla medelstora och stora sågverk är nu eldrivna.

Mjösebo legosåg i Kronobergs län. Sågens drivmotor, en tändkulemotor, avslöjar sin närvaro med avgasröret som sticker upp genom takåsen. Timmervälta, bränsletank, ribb och bakar framför sågen och till höger sågspån. Foto B. Spade, 1975.



Ursprungligen ångdrivet ramsågverk i Kilsmo, Örebro kommun. Den ljusa byggnaden till vänster om skorstenen är f.d. pann- och maskinhus. Sågbus och barkstation till höger om skorstenen. Sjösortering av sågtimret. Sågverket nedlagt efter brand. Foto B. Spade, 1976.

Förbränningsmotordrivna sågverk

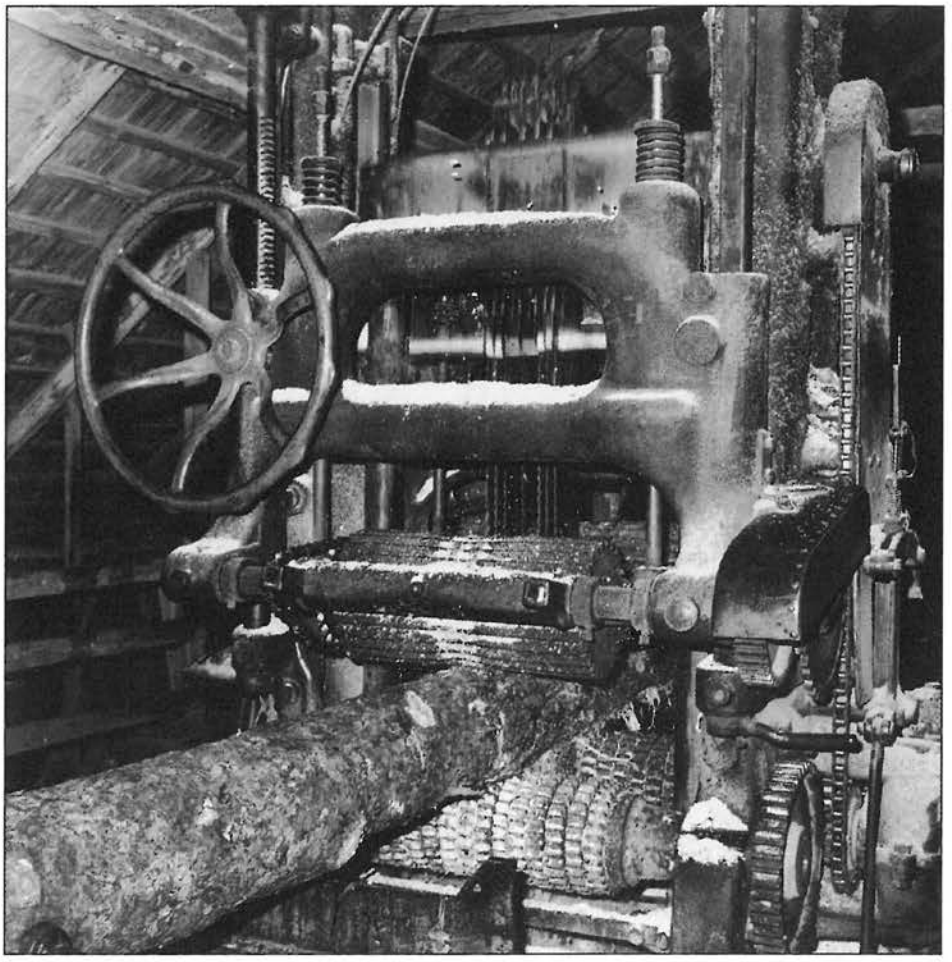
I mindre sågverk, särskilt sådana som ligger ensligt eller ursprungligen var flyttbara, började man tidigt utnyttja **förbränningsmotorer**. Särskilt populär blev den encylindriga **tändkulemotorn** till följd av dennas enkla, driftsäkra och robusta konstruktion. Motorerna var tidigare monterade på en vagn, vilket gjorde att sågverket var lätt att flytta till skilda avverkningsplatser. Sågarna kallades då gärna för "ambulerande motorsågar." Ett stort antal husbehovs- och legosågar drivs fortfarande av tändkulemotorer.

De vanligaste arbetsoperationerna

Processen i ett sågverk är nästan alltid densamma oavsett sågverkets produktionsutrustning. Eftersom timret oftast måste lagras en tid, är det nödvändigt att skydda det under lagringstiden mot torka samt svamp- och insektsangrepp. Detta gör man genom att hålla timret fuktigt. Förr byggdes sågarna omedelbart intill hav, sjöar eller vattendrag och timret förvarades i vattnet, **sjölagring**. Numera förvaras timret nästan alltid på land i **timmervältor**, som vattenbegjuts under sommarhalvåret.

Traditionellt är eller har de större sågverken varit ramsågverk. Eftersom det tar tid vid sådana verk att ställa om sågutrustningen för olika dimensioner måste man kanske under flera timmar försåga timmer med samma grovlek. Ramsågning och ibland även bandsågning kräver därför att timret är uppsorterat efter dimensioner. Vid sjölagring sorteras timret medan det fortfarande ligger kvar i vattnet, sjösortering. Sjölagring och **sjösortering** är emellertid förenade med vissa nackdelar, särskilt under den kalla årstiden. Vanligtvis **landsorteras** timret därför numera.

Skogsägaren får betalt för sitt timmer efter grovlek och kvalitet. En **timmermätning** sker därför före försågningen. Ibland sker mätningen direkt i timmervältorna ute vid avverknings-



Försågning av stock i 32" sågram vid Myrhults såg i Skaraborgs län. Foto B. Spade, 1996.

platserna. Mätning kan också ske vid sågverket. Förr skedde detta utomhus, numera görs den mesta mätningen inomhus i **mätstationer**.

I de flesta sågverk vill man befria timret från bark före sågningen. Detta sker med **barkmaskiner** i särskilda **barkstationer**.

Efter mätning och barkning forslas timret till försågningsutrustningen på kedjetransportörer, **kerattbanor**. Vid ramsågverk med försågningsutrustningen på ett övre plan i såghuset är banorna särskilt iögonenfallande.

I de större sågverken kombineras numera själva försågningen med **reducering**. Vid **planreducering** låter man stocken först passera genom ett reducerverk som ger ett block med två motsatta sidor plana. Flera sågverk tillämpar även **profilreducering**. Med denna får man ett profilerat block, apterat för sönderdelning till virke. Blocket eller timret försågas därefter i sågmaskiner som **sågramar, cirkelsågar** och **bandsågar**. Vid försågningen får man en del virke som inte är rensågat runt om. De ojämna kanterna skärs vanligtvis bort i särskilda sågar, **kantverk**.

Efter försågningen är virket blandat huller om buller. Virket **råsorteras** därför med avseende på dimensioner och kvalitet.

När försågningen sker är virket fuktigt, vilket gör att det normalt inte kan användas för avsett ändamål. Virket måste därför torkas innan det kan bearbetas vidare. Traditionellt **staplas** det då luftigt i **brädgården** för **utomhustorkning** med ett provisoriskt tak över. Torkning utomhus tar dock lång tid och bör dessutom enligt en gammal regel ske före midsommar. Man har därför länge utnyttjat särskilda **virkestorkar**, där torkningen forceras med värme som erhålls från pannor, eldade med sågverksavfall.

Efter torkningen har virket ofta spruckit upp något i ändarna. Dessa sågas därför bort, samtidigt som virkets längd justeras till standardiserade längder i särskilda **justerverk**. Samtidigt sker en sista kvalitetskontroll. Virket

märks slutligen med färgstämpel, vilken har sågverkets signum.

Virket är nu klart för leverans till kund eller för vidare bearbetning inom sågverket, t.ex. hyvling.

Vid försågningen bildas ganska mycket avfall. Förutom **bark** och **sågspån** erhålls **ribb** vid kantning av plank och brädor, **bakar** (ytor) vid renskärning för plana ytor samt **klampar** vid justering. Bark och sågspån eldas vanligtvis upp för att ge värme till byggnader och virkestorkar. Ribb, bakar och klampar, **spillträ**, huggs upp till **flis**, som är en begärlig råvara för massaindustrin.

Produktionsutrustningen

Ramsågverk

Den äldsta sågverkstypen är **ramsågen**. Ursprungligen var själva försågningsmaskinen, **sågramen**, försedd, **postad**, med ett enda grovt sågblad. Sådana sågar kallades **grovbladiga** till skillnad mot senare tiders **finbladiga**. Allt eftersom större effekter kunde tillhandahållas i sågverken, ökade antalet blad i posten, så att flera sågoperationer kunde ske parallellt.

Vid ramsågning talar man om två olika sågmetoder, **genomskärning** och **fyrskärning**. Den förra är enklare och där passerar stocken endast genom en sågram, som är postad så att plank och brädor direkt utsågas. Ett sådant sågverk kompletteras ofta med en **klyvsåg**. Genomskärning tillämpas normalt vid sågverk som endast har en sågram. Vid fyrskärningen, som är snabbare och ger ett bättre sågutbyte, passerar stocken genom två sågramar. Den första, **kantramen**, är postad så att endast brädor och bakar faller ut. Det erhållna blocket välts ett kvarts varv och passerar nästa sågram, **delningsramen**, postad för utsågning av både plank, brädor och bakar. Efter sågramarna kantas vankantade brädor och plank i kantverk.

Försågning på stockcirkelsåg med rörlig sågbänk. Myrhults såg i Skaraborgs län. Foto B. Spade, 1996.

Fyrskärning kan användas även om man har en enda sågram, men då får man antingen såga i kampanjer med ompostningar mellan, eller använda **dubbelramar**. Dubbelramar var vanliga i äldre ramsågar. I dessa kunde två stockar försågas samtidigt, exempelvis med lösramens ena halva postad för kantning och den andra för delning. Stocken/blocket passerade således här två gånger genom samma sågram.

Ramsågarnas såghus är nästan alltid uppförda i två plan, **sågvinden** och **undersågen**. Såghusen byggdes länge på ett karaktäristiskt sätt som stora lanterninförsedda skepp av trä. På senare tid har moderna industribyggnadsmaterial som lättbetong och korrugerad plåt kommit till användning.

Stockcirkelsågverk

Stockcirkelsågverket är den enklaste och antalsmässigt vanligaste typen av sågverk. Sönderdelning av stocken sker här med stora **timmertagande sågklingor**. Den enklaste formen av cirkelsågarna har endast en klinga och i denna sker alla önskade klyvningsoperationer. Produktionen i ett sådant sågverk går ganska långsamt. Husbehovs- och legosågar är oftast av denna typ.

Något mer avancerat blir stockcirkelverket när det förses med ett kantverk. Renskärning av plank och brädor görs då i detta. Stockcirkelverket kan även förses med en klyvsåg, där delning sker av block som sågats upp i stockklingan.

Ett avancerat stockcirkelsågverk är **flerklingverket** eller **ARI-verket**, kallat så av den tillverkare som introducerade sågtypen i Sverige. Här arbetar flera klingor i ett system efter varandra. I flerklingverket kan även sidledes ställbara klingor sitta på samma axel.

I Sverige introducerades cirkelsågverken under senare delen av 1800-talet, när man lärt sig tillverka stora, tunna och starka sågklingor. Landets första industriella tillverkare av sågblad och sågklingor var Stridsberg & Biörck, grundat 1867 i Torshälla och senare flyttat till Trollhättan. Cirkelsågverken känns igen på det karaktäristiska höga ljudet som uppkommer när klingan skär in i träet.

Till skillnad från ramsågverket har stockcirkelsågverkets maskinella utrustning en begränsad utsträckning i höjd. Sågverksbyggnaden kan därför utföras i ett plan. De allra enklaste sågverken har endast ett tak på stolpar över utrustningen.

Bandsågverk

Stora **bandsågar** har länge använts vid försågning av mycket grova timmerdimensioner. Man sågar då i första hand ut block som bearbetas vidare i sågutrustning av mer konventionellt slag.

Vid massproduktion i de större svenska sågverken var ramsågningen så gott som allenarådande fram till 1960-talet. Konkurrens uppkom då från andra slag av försågningsmaskiner, bl.a. efter nordamerikanskt mönster från **timmertagande bandsågar**. Sådana började tillverkas i Sverige 1958 av AB A. K. Eriksson (AKE) i småländska Mariannelund. Sågverk började nu byggas med enbart stora bandsågar i såglinjer om upp till tio eller fler enheter, där så gott som alla klyvningsoperationer sker.

Övriga sågverk

Vid försågning till block av det allra grövsta timret, exempelvis ek, används förutom bandsågverk även blocksågverk med **slingsågar** (även **slängsågar**).

Under senare decennier har man, framför allt i USA och Kanada, utvecklat försågningstekniken mot nya maskintyper. Särskilt uppmärksammad har en konstruktion blivit som kallas för **chip-and-saw-machine** (flis- och sågmaskin). I denna bearbetas den barkade stocken i en kontinuerlig process.

Sågtandning

Vid sågning talar man om **klyvning** när sågningen sker längs med träets fibrer och **kapning** när sågningen sker tvärs över fibrerna. Sågarnas tandning är olika vid de två sågsätten. Vid klyvning har man **hyveltandade sågtänder** som så att säga hyvlar eller gröper ur ett spår och vid kapning **spetstandade sågtänder** som sidledes skär ut spåret. Sågtänderna är dessutom arrangerade så att de skär ut ett spår i stocken som är bredare än sågbladet eller klingan. Därmed minskas risken för att stocken skall klämmas fast. För att åstadkomma detta kan tänderna antingen vara **skränkta** med varannan vikt till höger och varannan till väns-

ter, eller **stukade** så att de fått större bredd vid spetsen. Sågverkens huvudsakliga operation är klyvning av stockar.

De vanligaste maskinerna

Barkmaskiner

Vid försågningen kan inte allt träet i stocken tas till vara, särskilt inte det som ligger mot den rundade ytan. Överblivet trä, spillträ, huggs därför vanligen upp till massaflis. Eftersom flisen inte får innehålla bark måste stockarna barkas före försågningen. Flera olika slag av barkmaskiner finns. Vanligast numera är **barkmaskinen av knivtyp**. Vid denna passerar stocken genom ett roterande hjul med invändiga knivar, vilka trycks mot stocken och skär och skalar bort barken. Maskintypen utvecklades i Sverige under början av 1950-talet vid Iggesunds Bruk och Söderhamns Verkstäder och har sedan dess saluförts under produktnamnet Cambio.

Reducerverk

Reducerverken används för att förbereda stocken till försågning genom att dess form ändras till ett block. Operationen sker huvudsakligen genom bortfräsning av stockens rundning, så att två motsatta plana ytor erhålls, planreducering. Denna åstadkommes när stocken får passera mellan två stora, roterande och motställda skivor, försedda med huggstål. En mer avancerad aptering av stocken är profilreducering. Vid denna planas stockens alla fyra sidor och dessutom profileras dessa så att de motsvarar en försågning till plank och brädor med maximalt virkesutbyte.

Sågramar

Sågramen är den äldsta sågverksmaskinen och har utvecklats ur den ålderdomliga manuella **kransågningen**. Sågtypen har ett eller flera raka och slanka sågblad, vilka är inspända, **postade**, i en kraftig **lösram**. Lösramen kan röras upp och ner i ett **stativ** där den styrs av **gejdrar**. Drivningen erhålls från en kraftig och oöm motor (vattenhjul, vattenturbin, ångmaskin, elmotor), vilken ger ramen dess rörelse via en **vevaxel** och **vevstake**. När ramen satts i rörelse matas stocken mot sågbladen och sönderdelas.

Sågramarnas storlek bestäms bl.a. av den största diameter en stock kan ha för att kunna passera genom lösramen. Måttet, som anges i tum, brukar ligga mellan 24 och 32" (600–800 mm). Stockframmatningen är av två slag. I äldre konstruktioner matas stocken mot sågbladen endast vid ramens nedåtgående, skärande rörelse, **ryckmatning**, till skillnad mot modernare sågramar som har **kontinuerlig matning**.

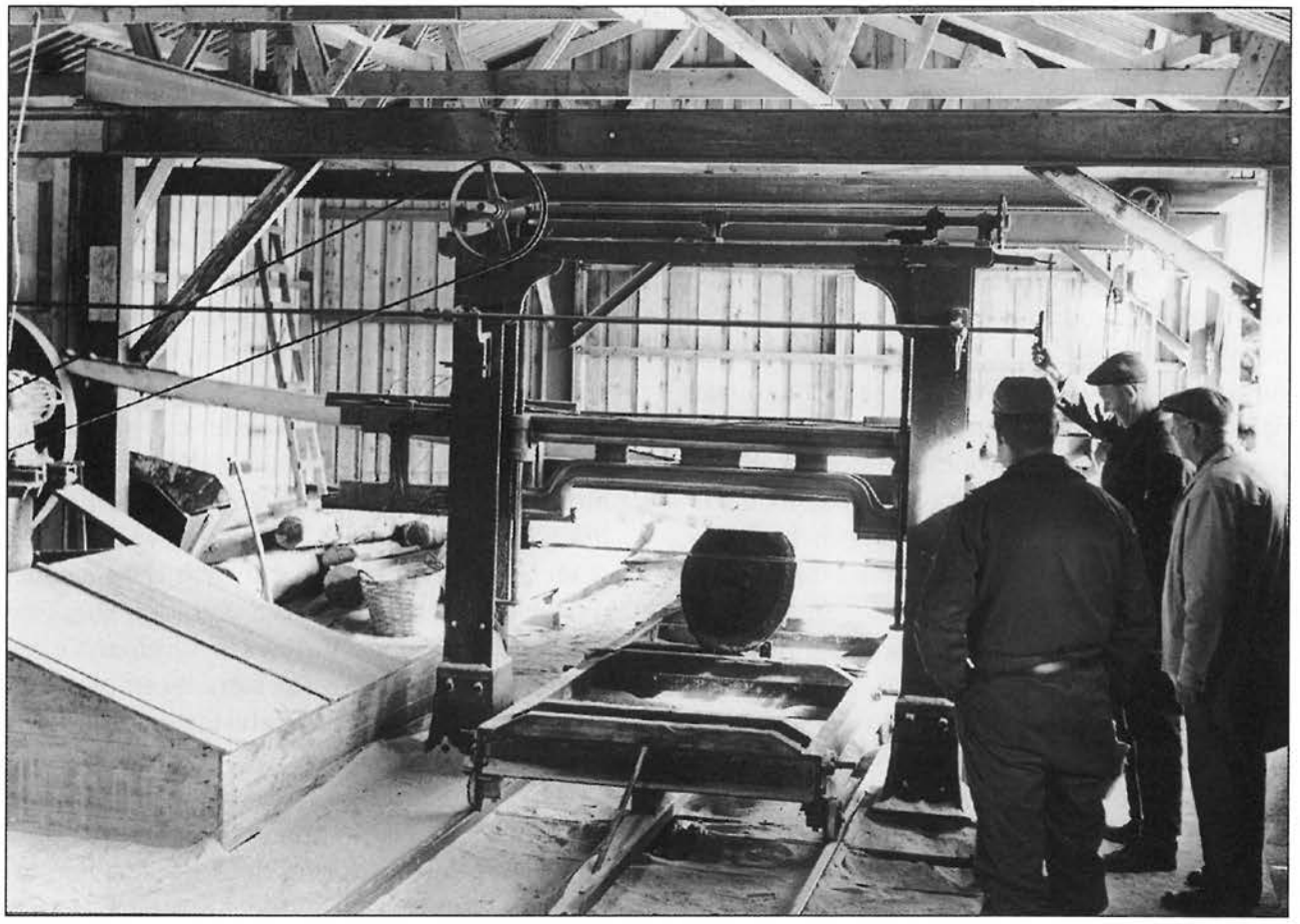
Sågramen har olägenheten att den blir mycket hög. Därför måste såghusen byggas i två plan med övre delen av sågramens stativ och lösram på sågvinden och nedre delen med drivmotor och transmission i undersågen. På den tiden när även mindre ramsågar byggdes, försökte man undvika de stora och dyra såghusen genom att även tillverka sågramar som inte behövde undersåg. Vid dessa sammanfördes drivning, transmission och lösram i ett plan och de kallades sågramar av **halvstativtyp** till skillnad från **helstativramar**.

Ursprungligen byggdes sågramarna med stativ och lösramar av trä. När kraven på högre kapacitet ökade, utfördes dock fler och fler detaljer av gjutjärn och smide. Under 1870-talet kom de första sågramarna helt byggda i stål och gjutjärn (J. & C. G. Bolinder). Flera tillverkare tillhandahöll emellertid länge enklare sågramar med antingen hela eller nedre delen av stativet utfört av trä.

Stockcirkelsågar (cirkelblocksågar)

Av försågningsmaskinerna är **stockcirkelsågen** med en **sågklinga, sågbänken**, den enklaste och samtidigt mångsidigaste. Sågbänken är billig och lätt att ställa upp. Den är också flyttbar. Fram till 1960-talet var det vanligt att sågverken flyttades till avverkningsplatserna, varvid man så gott som uteslutande använde stockcirkelsågar drivna av ånglokomobiler eller tändkulemotorer. Till följd av klingornas relativt stora tjocklek får man ett lägre sågutbyte och mer sågspån än vid andra försågningsmaskiner. Dessutom är det försågade virkets måttstabilitet sämre än för andra sågtyper. Virke sågat på stockcirkelsåg betingar därför ibland ett lägre marknadspris.

Vid försågning på sågbänk spänns stocken fast på ett rullbord med spår för klingan. Under sågoperationen matas bordet fram mot klingan med en drivanordning. Sedan första



Försågning av grovt ektimmer med en ålderdomlig slingsåg. Werner Anderssons sågverk i Bräkne-Hoby, Blekinge län. Foto B. Spade, 1974.

snittet skurits, backas bordet och stocken apteras för nästa snitt. Försågningen fortsätter så tills hela stocken är genomsågad. Sågbänken kan även användas för kantning av plank och brädor.

En avancerad stockcirkelsåg, som inte har den enkla sågbänkens nackdelar, är flerklingsågen där försågningen sker i ett system med flera klingor. I dess mest avancerade form sitter två klingor på samma spindel (axel) och kan lätt förskjutas i sidled. Detta gör det möjligt att smidigt ställa in virkesdimensionerna och man behöver inte ha stockar som är sorterade efter grovlek. Flerklingsågen introducerades i Sverige på 1930-talet av AB Maskinfabriken i Örnsköldsvik under namnet ARI-verk (uppkallat efter ballerinan Carina Ari, 1897–1970). Företaget har med det nuvarande namnet ARI AB vidareutvecklat flerklingsystemet i kombination med plan- och profilreducering.

Bandsågar (bandklyvsågar)

I bandsågen används ett ändlöst bandliknande sågblad. Detta löper vanligtvis vertikalt över två **såghjul** av vilka det nedre är drivet. Bandsågen kan användas för timmersågning av grova dimensioner och som sådan har den länge använts i Nordamerika. Bandsågens sågblad är tunnare än både sågramens och stockcirkelsågens, vilket gör att den lämnar ett bättre sågutbyte än dessa.

Timmertagande bandsågar har tidigare använts i vårt land endast för grova timmerdimensioner som ek och tropiska träslag. Numera konkurrerar bandsågen med sågramen även beträffande timmer med standarddimensioner. I moderna bandsågverk används bandsågar i såglinjen uppställda i grupper om två och två eller tre och tre, så att de arbetar parallellt mitt för varandra och lätt kan flyttas i sidled vid dimensionsförändringar. Vid försågning ställs modernare sågar in med automatik för varje stock eller block så att ett optimalt sågutbyte erhålls. En kombination av reducerverk och bandsågar är också vanlig.

Slingsågar (även slängsågar)

En ålderdomlig timmertagande såg är slingsågen, vilken används för de allra grövsta dimensionerna. I slingsågen framsågas block, vilka bearbetas vidare i sågar av andra slag. Slingsågen har endast ett sågblad, vilket är inspänt i en upp- och nerväند U-formad båge (ser ut som en stor bågsåg). Bågen rörs fram och åter i horisontalled och drivs via vevaxel och vevstake. Stocken ligger fastspänd på en vagn som matas fram mot det horisontallagda sågbladet. Sågtypen är numera ovanlig.

Såg- och flismaskiner (Chip-and-saw-machines)

Efter långvarigt experimenterande introducerades en ny sågtyp under 1960-talet, utvecklad i Nordamerika. Utmärkande för den nya **såg- och flismaskinen** är att alla bearbetningsoperationer sker kontinuerligt i samma maskin. När stocken passerat sågen är allt virke uttaget och spillträet upphugget till flis. I korthet går processen till på så sätt att först passerar stocken fliskuttrar som skär bort spillträet och lämnar kvar ett profilerat sågblock. Detta bearbetas därefter av speciellt utformade sågklingor, vilka skär ut plank och brädor och lämnar flis i stället för spån. Såg- och flismaskinen är således mycket kompakt samt har hög kapacitet.

Kantverk

För renskäring av brädors och plankors kanter används en särskild klingsåg som vanligtvis har två klingor på sågspindeln, det **dubbla kantverket**. Vid kantning kan den ena klingan flyttas i sidled så att avståndet mellan klingorna motsvarar brädans eller plankans önskade bredd. De bortskurna delarna, ribben, huggs för det mesta upp till massaflis. I moderna kantverk sker flishuggningen samtidigt som kantningen, **fliskantverk**. Om en bräda eller planka inte är renskuren efter kantningen säger man att den är **vankantad**.

Klyvsågar

Vid flera slag av försågning lämnar den timmertagande sågen endast utsågade block och grova bakar. Dessa kan klyvas vidare i en kompletterande operation till önskade dimensioner i en **klyvsåg**, vilken placeras i linje efter timmersågen.

Justerverk

Efter torkningen har virket ofta spruckit upp en smula i ändarna. Eftersom detta inte accepteras av kunden måste de spruckna partierna kapas bort. Först renkapas rotänden och därefter toppänden på ett sådant sätt att virket faller ut med standardiserade längdmått med 3 dm-steg. Renkapning och längdjustering sker i särskilda kapsågar, justerverk, vilka är mer eller mindre automatiska. Ofta sker slutlig kvalitetskontroll i samband med justeringen.

Sågverksyrket

Försågning av timmer har gamla anor i vårt land. Detta har bl.a. fört med sig att de grupper, som sågverkens personal kommit att delas in i, har fått tydliga yrkesnamn. Vid försågningen har **försågaren** vanligtvis hjälp av en **hjälpsågare. Kantaren** arbetar i kantverket och **justeraren** i justerverket. **Sorteraren** arbetar naturligtvis i sorterverket. Sågverket leds av en **sågverksfaktor.** För inmätning av timmer ansvarar en **virkesmätare.** Denne tillhör en opartisk virkesmätarförening, eftersom både säljare och köpare av timret är angelägna om att mätningen blir riktig.

Några tillverkare av sågverksmaskiner

Företag och signaturer	*Produktionsår*
AKE, A. K. Eriksson, Mariannelund	1917–
ARI AB, Örnsköldsvik (före 1968 AB Maskinfabriken i Örnsköldsvik)	1968–
Arbrå Verkstad AB, Arbrå (före 1922 Arbrå Lantbruksmaskiner)	1902– ?
Beronius Mekaniska Verkstads AB, E. V., Eskilstuna (uppköpt av Bolinder-Munktell)	1878–1932?
Bolinders Mekaniska Verkstads AB, J. & C. G., Stockholm (sammanslaget 1932 med Munktells i Eskilstuna)	1844–1932
Bolinder-Munktell, AB, Eskils-	

tuna (tillv. övertagen av Söderhamns Verkstäder) 1932–1952?

Göteneds Mekaniska Verkstad, AB, Götene (övertog Sköfdes tillverkning 1918) 1906– ?

Jonsereds Fabriker AB, Jonsered (uppköpt av WACO) 1833–1979

Jäderberg, C. F., Söderhamn, (uppgick 1898 i Söderhamns Verkstads & Varvs AB) 1864–1908

Kockums Industri AB, Söderhamn (Söderhamns Verkst.) 1964–1985

Lingbo Gjuteri & Mek. Verkstad (uppgick i Lingbo Verkstäder) 1893–1911

Lingbo Verkstäder, AB, Lingbo (före 1911 Lingbo Gjuteri) 1911– ?

Lundblad & Nyholms Mekaniska Verkstad, Örnsköldsvik (uppgick i Maskinfabriken, Ö-vik) 1918–1938

Maskinfabriken i Örnsköldsvik, AB, Örnsköldsvik (uppgick i ARI AB) 1938–1968

Sköfde Mekaniska Verkstad AB, Skövde (tillv. övertogs av Götened) 1868–1918

Sunne Mekaniska Verkstad AB, Sunne 1920–1923, 1937– ?

Sveaverken, Nya AB, Eskilstuna 1911– ?

Svenska Maskinverken AB, Söderhamn (före 1917 Söderhamns Nya Verkstads AB, efter 1941 Söderhamns Verkstäder AB) 1917–1941

Sågramsfabriken, Sunne (Sunne Mek. Verkstad) 1923–1937

Söderhamns Nya Verkstads AB, Söderhamn (uppgick i Svenska Maskinverken AB) 1909–1917

Söderhamns Verkstads & Varvs AB, Söderhamn (uppgick i Söderhamns Nya Verkstads AB) 1898–1909

Söderhamns Verkstäder AB, Söderhamn (före 1941 AB Svenska Maskinverken, åren 1964-1985 Kockums; övertog 1952? Bolinder-Munktells tillverkning av sågverksmaskiner) 1941–1964, 1985–

Töreboda Mekaniska Verkstad & Gjuteri, Töreboda 1884– ?

Litteratur

Höglund, Helge. *Såg vid såg jag såg ... . Några minnesord om en epok i Sundsvalls-distriktets industrihistoria.* 2:a upplagan. Sundsvall 1973.

Näslund, O.J. *Sågar.* 1937.

Om sågar och sågtillverkning. Minnesskrift AB Sågbladsfabriken i Nora 1898–1948. Göteborg 1949.

Reiersen, N. & Reiersen, A. *Reiersens Trävaruhandbok.* Stockholm 1932.

Åsander, Karl-Ivar. Ur sågningsteknikens historia. *Västerbotten* nr 1/2, 1976.

Ordlista

ARI-verk *20*
bandsåg *18*
bakar *19*
bark *19*
barkmaskin *18*
barkmaskin av knivtyp *21*
barkstation *18*
bjälkar *15*
brädgård *18*
brädor *15*
chip-and-saw-machine *20*
cirkelsåg *18*
delningsram *19*
dubbelram *20*
dubbelt kantverk *23*
eldrivet sågverk *16*
elektrisk drift *16*
exportsågverk *15*
finbladig *19*
flerklingsåg *20*
flis *19*
fliskantverk *23*
fot *15*
fyrskärning *19*
förbränningsmotor *17*
förbränningsmotor-drivet sågverk *17*
försågare *23*
gejder *21*
genomskärning *19*
grovbladig *19*
halvstativram *21*
handelssågverk *15*
helstativram *21*
hjälpsågare *23*
husbehovssågverk *15*
hyveltandade sågtänder *20*
justerare *23*
justerverk *18*
kantare *23*
kantram *19*
kantverk *18*
kapning *20*
kerattbana *18*
klampar *19*
klyvning *20*
klyvsåg *19*
kontinuerlig matning *21*
kransågning *21*
landsortering *17*
legosågverk *15*
lokomobil *16*
lösram *21*
märkning *19*
mätstation *18*
plank *15*
planreducering *18*
postning *19*
profilreducering *18*
ramsåg *19*
reducering *18*
reglar *15*
ribb *19*
ryckmatning *21*
råsortering *18*
sjölagring *17*
sjösortering *17*
skränkning *20*
slingsåg *20*
slängsåg *20*
sorterare *23*
sparrar *15*
spetstandade sågtänder *20*
spillträ *19*
standard *15*
stapling *18*
stativ *21*
stockcirkelsåg *21*
stukning *21*
sågbänk *21*
såghjul *22*
sågklinga *21*
sågram *18*
sågspån *19*
sågtandning *20*
sågverksfaktor *23*
sågvind *20*
såg- och flismaskin *23*
timmermätning *17*
timmerstock *15*
timmertagande bandsåg *20*
timmertagande sågklinga *20*
timmervälta *17*
tum *15*
turboelektrisk drift *16*
tändkulemotor *17*
undersåg *20*
utomhustorkning *18*
vankant *23*
vattensåg *16*
vattenhjul *16*
vattenturbin *16*
vevaxel *21*
vevstake *21*
virke *15*
virkesmätare *23*
virkestork *18*
ångdrivet sågverk *16*
ångmaskin *16*

Snickeriindustri

Allmänt

Landets snickeriindustri har sitt ursprung i det tidiga 1800-talets modellsnickerier, vilka växte fram parallellt med gjuterinäringen för att förse denna med gjutmodeller. De första möbelfabrikerna grundades när möbeltillverkningen under senare delen av 1800-talet började lämna hantverksstadiet i samband med befolkningstillväxten och den tilltagande urbaniseringen. Under 1920- och 1930-talen växte en egnahemsbebyggelse fram i städernas utkanter. Småhusen för de egna hemmen visade sig lämpliga att serietillverka på fabrik, vilket ledde till framväxten av särskilda fabriker för monteringsfärdiga hus, trähusfabriker.

Typiskt för branschen är dominansen av småföretag, ofta i områden där det inte var hård konkurrens om råvaran från en stark massa- och pappersindustri. Särskilt framträdande är Småland och norra Skåne. Ett företag som fann sin specialiserade nisch genom tillverkning av träleksaker i en trakt med stark snickeritradition var bröderna Ivarsson i Osby (BRIO), grundat 1884.

Trävaruindustrin är i Sverige koncentrerad till de inre delarna av Götaland med ungefär 50 procent av sysselsättningen (1985) inom Jönköpings och Skaraborgs län. Kronobergs, Kalmar och Kristianstads län svarade (1985) för 25 procent av antalet arbetsställen och sysselsatta inom branschen. I Tibro och Tidaholms kommuner svarade möbelindustrin för 82 procent respektive 42 procent av industrisysselsättningen. I Jönköpings län är möbelindustrin koncentrerad till Sävsjö, Nässjö, Tranås och Vaggeryd. Älmhult i Kronobergs län och Töreboda i Skaraborgs län är andra kommuner av betydelse.

Produktionsinriktningen

Byggnadssnickerier

Vid byggnadssnickerierna tillverkas snickerier för byggnader som dörrar, portar och fönster med karmar, väggfasta skåp och bänkar, trappor, takstolar, limträbalkar o.dyl. Produktionen avser såväl serie- som enstyckstillverkning.

Möbelsnickerier

I **möbelsnickerierna** tillverkas antingen möbelstommar eller hela möbler. Hit räknas även fristående intarsia-, bonar- och tapetserarverkstäder. Snickerierna har oftast serietillverkning med medelstora objekt.

Modellsnickerier

Modeller till gjuterier tillverkas av **modellsnickerierna**. Dessa har en ytterst kvalificerad enstyckstillverkning med både stora och små objekt. Numera tillverkas de flesta gjutmodellerna av plast eller metall. Tillverkare av hus- och båtmodeller m.m. i skala räknas även hit.

Specialsnickerier

Till **specialsnickerierna** räknas verkstäder för tillverkning av butiksinredningar o.dyl. Oftast rör det sig här om kvalificerad enstyckstillverkning av stora objekt.

Trähustillverkare

Hos **trähustillverkarna** produceras monteringsfärdiga trähus, oftast med serietillverkning.

De vanligaste arbetsoperationerna

Sågning

Råvaran – sågat virke i form av plank och brädor – sönderdelas först med sågar till ämnen. Med sågen **kapar** man (sågar tvärs över träets fibrer) eller **klyver** (sågar längs med fibrerna) virket. Sågbladens tänder har olika utseende för dessa operationer. Numera är universaltandning med hårdmetallskär vanligast. Sågningen sker vanligtvis med **cirkelsågar** (klingsågar). Vid vissa operationer använder man **bandsågar**. Vid sågningen erhålls sågspån som restprodukt.

Borrning

Med **borrmaskiner** görs hål i ämnet. Hålen kan ha olika utseende. Vanliga runda hål borras med maskiner med ett eller flera borrar. Ibland vill man ha fyrkantiga hål med kvadratiskt eller rektangulärt snitt och då används **stäm-**

Kvarnebergs snickerifabrik för tillverkning av vagnshjul. Fabriken är numera bevarad som industriminne. Vaggeryds kommun i Jönköpings län. Foto B. Spade, 1991.

maskiner (jmf *stäm*järnet). Vid borrningen erhålls borrspån.

Hyvling

Råvarans yta är oftast för grov för att kunna användas i den färdiga produkten; ibland är ytan också skev och ojämn till följd av spänningar i träet eller felaktig torkning. Ämnenas yta jämnas till med **hyvling** i maskinellt drivna hyvlar så att de blir plana och släta. I **maskinhyveln** kan finnas ett till fem skärande verktyg. Själva hyvelverktyget består av en rund cylinder i vilken är infäst två eller flera mycket vassa hyvelstål. Verktyget, som roterar med hög hastighet, kallas för **kutter**. Hyvlarna benämns ibland efter antalet kuttrar, t.ex. **femkutterhyvel** (i **flerkutterhyveln** är ofta några av verktygen fräsar). Restprodukten vid hyvling kallas för kutterspån.

Putsning

Träets ytor blir oftast inte tillräckligt släta efter hyvling eller sågning för att kunna användas exempelvis för möbeltillverkning. Ämnenas ytor **putsas** därför i **putsmaskiner** av olika slag.

Fräsning

När arbetsstyckena skall förses med spår (spånt), profileras (möbeldetaljer, tavellister, fönsterbågar) eller ha rundade urtagningar eller hål för tappar, åstadkoms detta vanligtvis med **fräsning. Fräsarna**, som är smala, hastigt roterande, skärande verktyg med flera skär per verktyg, kan slipas till önskade former. Restprodukten kallas lite oegentligt för kutterspån.

Svarvning

Vid formning av släta eller profilerade cylindriska eller ovala ämnen (möbelben, skålar, balustraddockor) används olika operationer i **svarvar. Svarningen** kan utföras manuellt med verktyg som antingen hålls för hand eller är monterade i en support. Automatstyrning kan också ske med olika slag av mallar.

De vanligaste maskinerna

Cirkelsågar för kapning

Cirkelsågar för enbart kapning har oftast en klinga. Vanligtvis är arbetsstycket fast och sågklingan rörlig. **Cirkelkapsågar** med höj- och sänkbar rörelse kallas **balanskapsågar,** medan sågar med fram- och återgående rörelse kallas **pendelkapsågar.**

Till cirkelkapsågar räknas vanligen även **justersågarna.** Dessa är försedda med flera klingor på samma spindel, vilka lätt kan ställas in med önskat avstånd från varandra. De används för att såga bort övermått (*justera* måttet) på arbetsstycket.

Cirkelsågar för klyvning

Cirkelsågar som används för arbetsstyckenas klyvning, kallas **cirkelklyvsågar.**

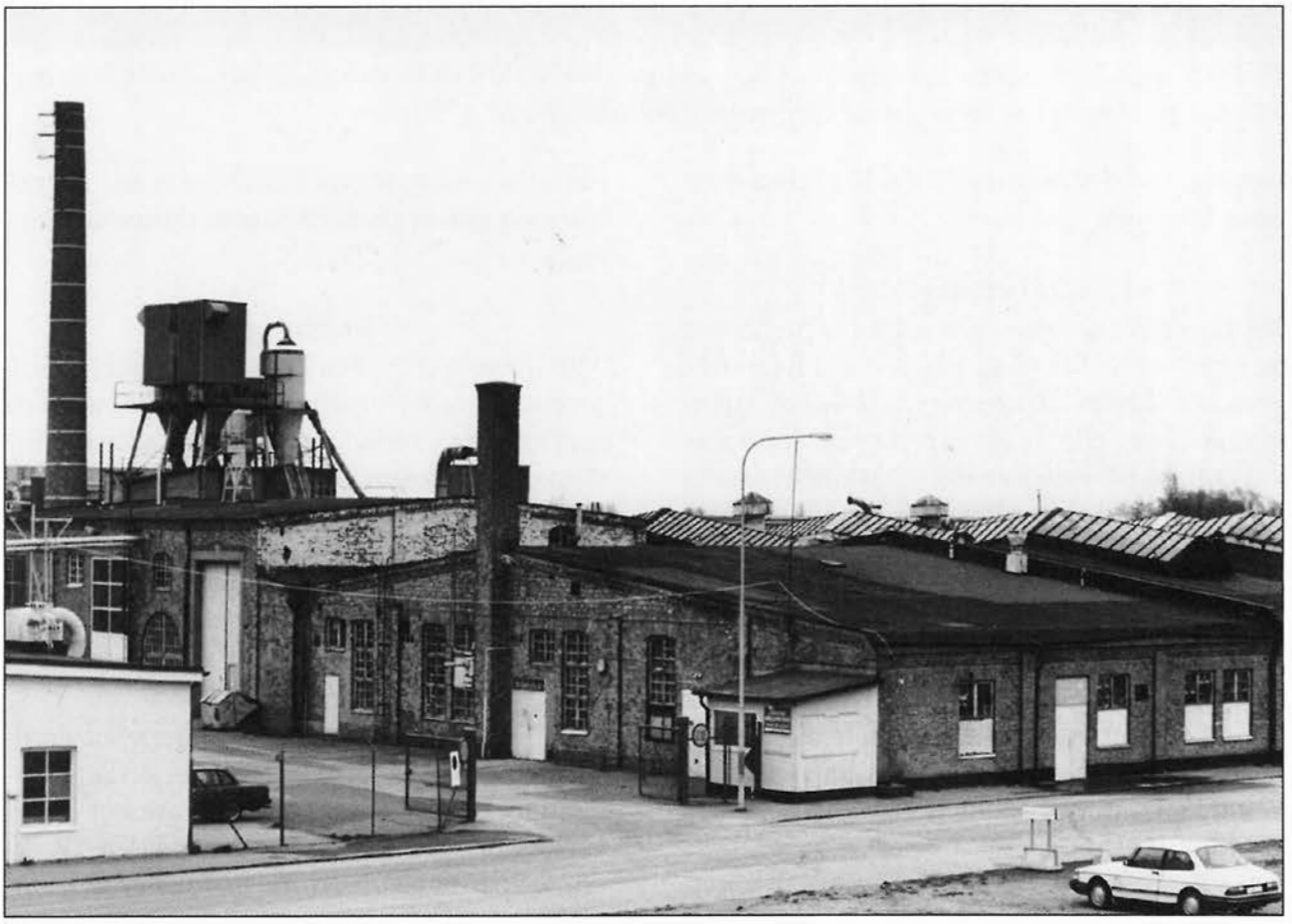
För större arbetsstycken som dörrar och stora skivor används **formatsågar,** vilka har två klingor och påminner om justersågarna. Formatsågar har oftast universaltandning så att de kan användas för både klyvning och kapning. Flera klingor har även **ribbsågarna,** vilka används för att såga ut ribbor ur ett ämne.

Bandsågar

Sågar med ändlösa sågblad som löper över två såghjul, av vilka det nedre är drivhjul, kallas **bandsågar.** I snickerier används bandsågarna både för klyvning och kapning. Om sågen har ett smalt blad kan den med fördel användas till figursågning.

Borrmaskiner

Borrmaskinerna kan ha ett eller flera borr, **enspindliga** resp. **flerspindliga borrmaskiner** (*spindel* = axel). Borren är vanligtvis lodrät monterade. Stundom används borrmaskiner av svarvtyp, där borren är fast monterad i horisontellt läge och arbetsstycket roterar.



AB Vänerns Träförädling anlade 1907 en större snickerifabrik i Lidköping, Skaraborgs län. Fabriken bytte 1963 namn till Starprodukter AB. Verksamheten är numera avvecklad men de karaktäristiska spånavskiljarna står fortfarande kvar på pannhusets tak. Foto B. Spade, 1996.

Stämmaskiner

Borrstämmaskiner används för upptagning av små *kvadratiska hål*. Verktyget består av ett fyrkantigt rör som är vässat nedtill. Inuti röret löper ett spiralborr som rensar hålet från spån. Vid borrning sänks verktyget mot arbetsstycket och skär ut hålet.

Kedjestämmaskinen används för upptagning av *avlånga hål*. Här utgörs verktyget av en ändlös kedja som har en skarp tand på varje länk. Kedjan drivs av ett kedjehjul och styrs av en kedjeledare som nedtill är försedd med en trissa. Vid arbete sänks kedjan med trissan ner i ämnet och arbetar ut det önskade hålet. Maskinens funktion påminner om en vanlig motorsåg.

Hyvlar

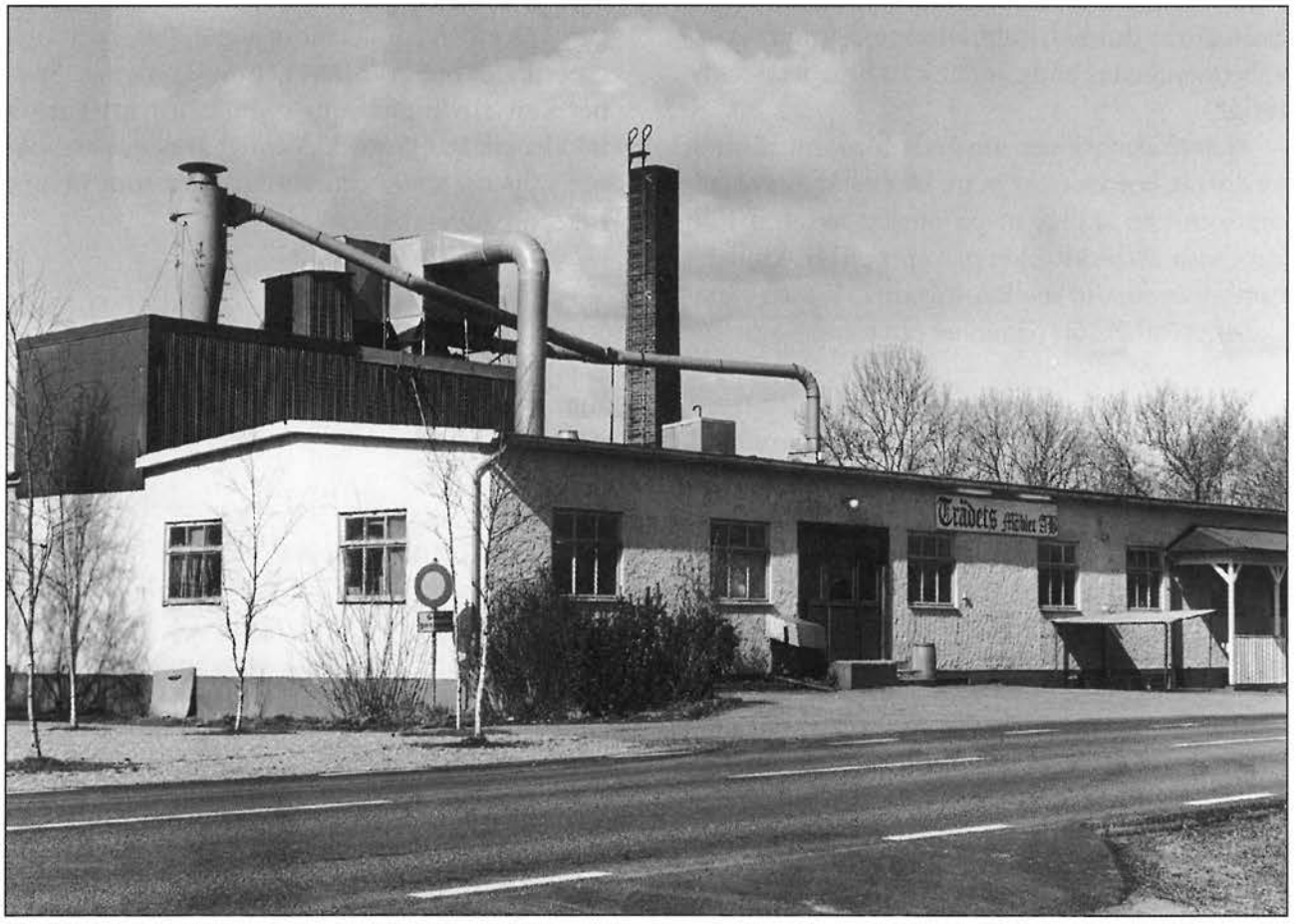
Rikthyvlar används för riktning av virke som blivit skevt eller ojämnt efter torkningen. Hyvlarna har en bred kutter tvärs över hela maskinens bredd samt höj- och sänkbara inmatnings- och utmatningsbord på ömse sidor om kuttern. Höjdskillnaden mellan borden bestämmer hyvlingsdjupet.

Planhyvlar används för att ge arbetsstycket rätt tjocklek samt för att jämna till (*plana*) arbetsstycket. Hyvlarna har alltid en bred fast kutter monterad över bordet tvärs över hela maskinen; ibland finns även sidokuttrar som är ställbara i sidled.

Flerkuttermaskiner används vid samtidig hyvling av ämnets alla fyra sidor. Dessa hyvlar har fyra, ibland fem, kuttrar, **fyrkutter-** resp. femkutterhyvlar. **Listhyvelmaskinen** är också en flerkuttermaskin.

Putsmaskiner

Bandputsmaskiner används för att åstadkomma en mycket fin struktur på hyvlade eller sågade ytor. Putsbandet är ändlöst och löper över två rullar, varav den ena är drivrulle. Bandet glider vid putsstället mot ett putsbord som kan vara plant eller buktigt, beroende på arbetsstyckets utseende. Vid **smalbandsputsen** putsas mindre detaljer för hand medan större detaljer bearbetas i **bredbandsputsen**, vilken har valsar som matar arbetsstycket genom maskinen.



AB Trädets Möblers snickerifabrik i Trädet, Älvsborgs län. Foto B. Spade, 1995.

Valsputsmaskiner påminner om bredbandsputsar. Den slipande ytan är emellertid här fäst på en eller två stora valsar inuti maskinen.

Fräsmaskiner

Fräsmaskiner används för att åstadkomma spår eller profiler i arbetsstycket. Om fräsen är monterad med spindeln under fräsbordet kallas den för **bords-** eller **underfräs**. Med denna bearbetas vanligtvis arbetsstyckets undersida och kanter. Fräsen kan också vara monterad i en hållare över fräsbordet och kallas då för **överfräs**. Sådana fräsar används för bearbetning av arbetsstyckets översida.

Kopierfräsar används när arbetsstyckena skall ha en komplicerad form eller dekor. Maskinen känner av och överför formen från en schablon till frässpindeln, som ger arbetsstycket den önskade formen.

Tappmaskiner (tappfräsmaskiner) används för att åstadkomma tappar vid arbetsstyckenas ändar. Tapparna används när olika arbetsstycken skall fogas samman och de pressas då in i ett motsvarande hål. I tappmaskinerna finns vanligtvis flera fräsverktyg och en sågklinga, vilka är ställbara sinsemellan. Maskinerna kan även göras dubbla, **dubbeltappmaskiner**, så att arbetsstyckenas båda ändar kan bearbetas samtidigt.

Kantfräsmaskiner används för kantfräsning av dörrar, bordsskivor m.m. De består av två fräsar som kan ställas in på önskat avstånd från varandra. Arbetsstycket placeras på ett skjutbart bord som förs in mellan fräsarna. Kantfräsmaskinernas arbetssätt påminner om formatsågarnas.

Svarvar

Träsvarvarna påminner om metallsvarvarna. Den enklaste varianten är **handsvarven**, där svarvstålet rörs för hand. Mer avancerad är **supportsvarven** som har stålet fastsatt i en korssupport, en mekanisk anordning som gör det möjligt att flytta stålet i tvär- och längsled utmed arbetsstycket.

Kopiersvarvar används för att forma oregelbundna föremål, exempelvis gevärskolvar, yxskaft, vagnsekrar o.dyl. Kopiersvarven är inte en svarv i egentlig mening utan snarare en fräs. Vid bearbetning av det roterande ämnet, styrs fräsarna av en mall som har samma form som den färdiga produkten.

Övriga maskiner

Geringsmaskiner används för att renskära lister o.dyl. i ändarna och i en viss vinkel. Enklare maskiner har skärverktyg i form av manuellt eller maskinellt drivna knivar. Mer avancerade maskiner har en motordriven sågklinga och kallas då **geringssågar**.

Limhjul kallas en hjulliknande anordning för hopspänning av arbetsstycken i samband med foglimning. Hjulet består av ett antal ekerliknande ramar med spännknektar som är ställbara för olika stora arbetsstycken.

För kantlimning av faner används **fanerfogmaskiner**. Maskinen stryker på lim, drar ihop faneren kant i kant samt värmer fogen så att limmet stelnar snabbt.

För att transportera bort de stora mängder spån, som bildas i snickerierna vid bearbetningen, används ett dammsugarliknande system. Varje maskin är kopplad till en sugande **spånledning** som leder till en spån- och dammavskiljare. Avskiljaren kan ha olika utformning, mycket vanlig är **cyklonen**, en stor plåtcylinder där luft och spån skiljs åt, eller **slangfiltret** som består av textilslangar, vilka luften kan passera genom men inte spånet. Efter avskiljaren sitter en eldriven fläkt som suger den spån- och dammbemängda luften genom systemet. Spånet kan användas som bränsle för att värma lokaler eller virkestork. Vanligt är också att spånet säljs till strö i djurstallar eller som råvara till spånskivefabriker.

Snickerifabriker – karaktäristiska exteriörer

Bland snickeriindustriernas byggnader kan man i grova drag urskilja några olika generationer.

Första generationen, ca 1880–1900

Enkel rödmålad träbyggnad i ett plan med sadeltak och trägolv. Stora spröjsade fönster och port/dörr på gaveln. Uppvärmning med kaminer. Kontors- och personalutrymmen saknas med undantag av utedass. Byggnadstypen är mycket ovanlig i dag. Råvaran – träet – förvaras oftast en längre tid för torkning i ouppvärmd lokal. Drivkraft erhölls ursprungligen från vattenturbin eller mindre ångmaskin; eldrift införd i ett senare skede.

Andra generationen, ca 1900–1940

Tvåvånings träbyggnad av enklaste slag med sadeltak, trägolv och brädklädda väggar av regelverk eller plank. Ofta ganska stora, spröjsade fönster och dubbelport på ena gaveln. På bottenplanet maskinparken och på andra planet bonar- (där man målar och ytbehandlar) och tapetserarverkstad (där man klär stoppmöbler). Minimala personalutrymmen och kontoret i bostaden. Vidbyggt pannhus i sten med fyrkantig tegelskorsten och stor klumpig spåncyklon. Den röd- eller gråmålade träbyggnaden i ett senare skede ibland klädd med grå eternitplattor. Byggnadstypen börjar bli ovanlig. Snickerivirket förvaras i separat ouppvärmd byggnad. Elektrisk drivkraft.

Tredje generationen, ca 1940–1970

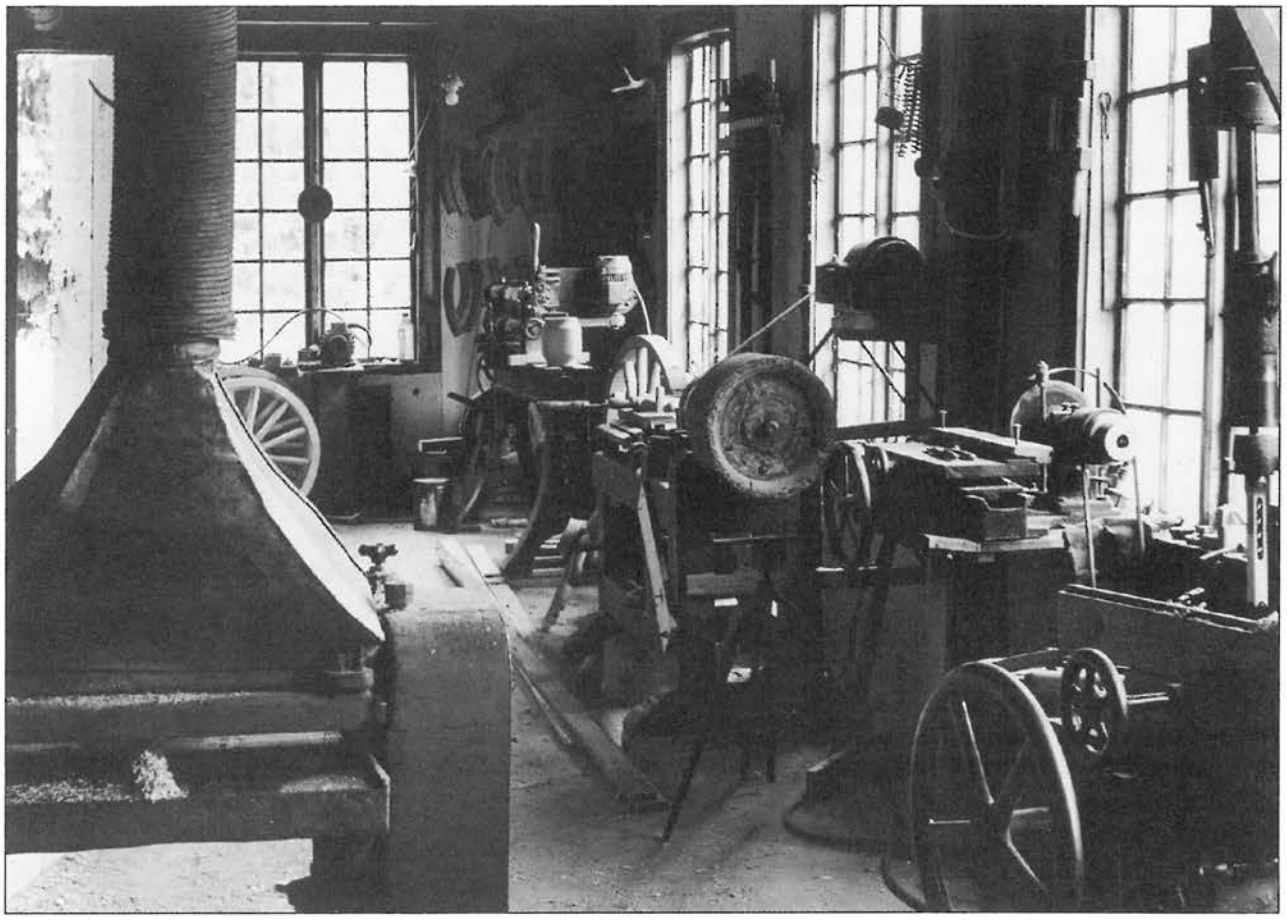
Enplans byggnad av betonghålsten med betonggolv och ganska stor utbredning. Flackt sadeltak med en eller flera cykloner. Ganska små fönsteröppningar samt flera portar av trä. Pannhus med rund tegelskorsten. Utrymmen för personal och administration antingen inbyggda eller vidbyggda. Cykelställ. Byggnadstypen tämligen rikligt förekommande. Snickerivirket kommer färdigtorkat från sågverket eller torkas i särskild virkestork. Eldrift.

Fjärde generationen, ca 1970–

Enplans byggnad av lättbetong med betonggolv och stor utbredning. Flackt tak med cykloner, spånhus och värmeväxlare. Få eller inga fönsteröppningar i produktionslokalerna. Stora fönsterlösa portar av stål eller aluminium. Vidbyggda fönsterrika lokaler med flacka tak för administration och personal. Pannhus med stålskorsten, oftast inbyggt i produktionslokalerna. Stora plana utvändiga ytor, avsedda för parkering av personalens bilar och vändplan för lastbilar. Rikligt förekommande byggnadstyp. Virket levereras färdigtorkat från sågverket. Elektrisk drivkraft.

Några tillverkare av snickerimaskiner

Företag och signaturer	*Produktionsår*
AKE, AB A. K. Eriksson, Mariannelund	1917–
Arbrå Verkstads AB, Arbrå (före 1922 Arbrå Lantbruksmaskiner AB)	1902–?
ARI AB, Örnsköldsvik (före 1968 Maskinfabriken i Ö-vik)	1968–
Askersunds Mekaniska Verkstads AB, Askersund	1904–?
Beronius Mekaniska Verkstads AB, E. V., Eskilstuna (uppköpt av Bolinder-Munktell)	1878–1932?
Bolinders Mekaniska Verkstads AB, J. & C. G., Stockholm (sammanslaget med Munktells)	1844–1932
Bolinder-Munktell, AB, Eskilstuna	1932–1952?
Browin, Ingenjörsfirman, Stockholm (end. begagnade, renoverade maskiner)	1926–1942
Browinmaskiner, AB, Stockholm (end. begagnade, renoverade maskiner)	1942–?
Falköpings Mekaniska Verkstad, AB, Falköping	1917–?
Göteneds Mekaniska Verkstad, AB, Götene (övertog Sköfdes tillverkning 1918)	1906–?
Jonsereds Fabriker AB, Jonsered (övertogs av WACO)	1833–1979
Lundblad & Nyholms Mekaniska Verkstad, Ö-vik	1918–1938
Maskinfabriken i Örnsköldsvik, AB, Ö-vik (före 1938 Lundblad & Nyholm, numera AB ARI)	1938–1968
Maskinverken, AB Svenska, Södertälje (övertogs av Söderhamn)	1917–1941



Interiör från Kvarnebergs snickerifabrik. I förgrunden till vänster planhyvel och till höger borrstämmaskin. Mot väggen halvfabrikat av vagnshjul. Foto B. Spade, 1991.

Mattsons Mekaniska Verkstads AB, Anders, Mora	1875–?
MEMA, Mildéns Elektriska AB, Sundbyberg	1902–?
Sala Maskinfabriks AB, Sala	1899–?
Sköfde Mekaniska Verkstads AB, Skövde (övertogs av Götened)	1868–1918
Söderhamns Verkstäder, AB, Söderhamn (övertog 1941 Svenska Maskinverkens och 1952? Bolinder-Munktells tillverkningar)	1941–
Södertälje Verkstäder, Södertälje (övertogs av Svenska Maskinverken)	1897–1917
WACO, Wahlbeck & Co, Halmstad (övertog Jonsereds tillverkning 1979, därefter WACO Jonsereds AB)	1918–
Värnamo Maskin AB, Värnamo (tillverkningen nedlagd på 1960-talet, SMV sedan 1993)	1917– ca 1965

Litteratur

Sveriges Industrilexikon. Band I. Red. S. Kuhlemann & C. Skånberg. Stockholm 1948.

Ordlista

balanskapsåg *28*
bandputsmaskin *29*
bandsåg *26*
bordsfräs *30*
borrmaskin *26*
borrstämmaskin *29*
bredbandsputsmaskin *29*
byggnadssnickeri *26*
cirkelkapsåg *28*
cirkelklyvsåg *28*
cirkelsåg *26*
cyklon *30*
dubbeltappmaskin *30*
enspindlig borrmaskin *28*
fanerfogmaskin *30*
femkutterhyvel *27*
flerkutterhyvel *27*
flerspindlig borrmaskin *28*
formatsåg *28*
fräsmaskin *30*
fräsning *27*
fyrkutterhyvel *29*
geringsmaskin *30*
geringssåg *30*
handsvarv *30*
hyvling *27*
justersåg *28*
kantfräsmaskin *30*
kapning *26*
kedjestämmaskin *29*
klyvning *26*
kopierfräs *30*
kopiersvarv *30*
kutter *27*
limhjul *30*
listhyvel *29*
maskinhyvel *27*
modellsnickeri *26*
möbelsnickeri *26*
pendelkapsåg *28*
planhyvel *29*
putsmaskin *27*
putsning *27*
ribbsåg *28*
rikthyvel *29*
slangfilter *30*
smalbandsputsmaskin *29*
specialsnickeri *26*
spånledning *30*
stämmaskin *26*
supportsvarv *30*
svarv *27*
svarvning *27*
sågning *26*
tappmaskin *30*
trähustillverkare *26*
valsputsmaskin *30*
underfräs *30*
överfräs *30*

Gjuteriindustri

Allmänt

Ett gjuteri är en anläggning för produktion av metallföremål med komplicerade former. Tillverkningen sker genom att smält metall hälls, gjuts, i värmebeständiga formar. När metallen stelnat friläggs gjutgodset genom att formen öppnas eller förstörs.

Konsten att gjuta är mycket gammal. Människan tillägnade sig gjuteritekniken redan när metaller började användas. I Europa skedde detta i länderna runt Alperna. Den drygt 5 000 år gamla "ismannen", som återfanns för några år sedan i en glaciär i gränstrakterna mellan Italien och Österrike, hade i sin utrustning en kopparyxa som troligtvis är gjuten.

Fram till 1700-talets slut skedde järngjutning direkt från masugn. Sedan man börjat inrätta omsmältningsugnar kunde egentliga, självständiga gjuterier inrättas, oftast i kombination med en mekanisk verkstad, den arbetsplats där det nya industrisamhällets produkter växte fram.

Järngjutgods avsattes till en början för militära ändamål. Vid de s.k. styckebruken i Sverige göts kanoner (stycken) och kulor. Finspong, Näfveqvarn, Åkers, Stafsjö, Hellefors och Överum var betydande styckebruk. Men även andra produkter tillverkades, som t.ex. hushållsgods, ugnar och ugnshällar, ofta som en biprodukt till masugnarnas tackjärnsframställning.

Så småningom började tackjärn och skrotjärn smältas om, först i reverberugnar och senare i kupolugnar. När en omsmältning utfördes kunde platsen för verksamheten väljas i närheten av en marknad, en stad eller en tättbefolkad jordbruksbygd, eller en införselhamn för tackjärn respektive stenkol och koks.

Efterfrågan var liten på maskiner och därmed på maskingjutgods i början av 1800-talet. I Owens verkstad i Stockhholm och senare i Motala tillverkades en del maskinelement, främst för kraftöverföring.

Under 1800-talets första hälft fick gjutjärnet emellertid sitt genombrott i Sverige. Det efterfrågades av hushållen, jordbruket och den framväxande industrin. Spisar och kaminer blev viktiga produkter såväl vid bruken som vid de fristående gjuterierna. De slutna spisarna krävde nya pannor med flat botten och flatbottnade kokkärl av gjutjärn blev viktiga produkter hos de nya gjuterierna. Jordbruket var en stor avnämare av diverse lantbruksredskap av gjutjärn. Plogtillverkning i fabriksmässig skala påbörjade vid flera gjuterier i Syd- och Mellansverige, vid Kockums gjuteri och mekaniska verkstad i Malmö tillverkade t.ex. plogar. Detta var även fallet vid Jonsered. Överum kom under senare delen av 1800-talet att få en marknad för åkerbruksredskap över hela landet.

Även vid tröskverkskonstruktioner kom maskindelar av gjutjärn till användning.

De mekaniska verkstäderna och gjuterierna arbetade på 1850-talet fortfarande i en liten skala, bl.a. beroende på de dåligt utbyggda kommunikationerna. Så småningom förändrades detta och verkstadsindustrins expansion medförde en kraftig produktionsökning för gjuterierna. Jordbrukets behov av redskap och maskiner ökade genom omstruktureringen som pågick. Gjutjärn kom att ingå som material i såväl byggnader, broar som i allmänna utsmyckningar i städerna. Ångmaskiner, ångpannor, ångturbiner samt lokomobiler var andra viktiga produkter. Rör, rörkrokar och lyktstolpar till gasbelysningen tillverkades också av gjutjärn liksom även vatten- och avloppsledningar. Lokomotiv till SJ tillverkades vid Motala Verkstad och Nydqvist och Holm i Trollhättan. Personvagnar till järnvägarna och tillbehör till den rullande materielen togs från gjuterier och mekaniska verkstäder. Även varven använde mycket gjutjärn i sin tillverkning.

Materialet

Med hänsyn till de gjutna materialens art indelas gjuteriindustrin i huvudgrupperna **järn-**, **stål-** och **metallgjuterier**. I järn- och stålgjuterierna är järnet den viktigaste beståndsdelen i materialet, i metallgjuterier gjuts däremot icke-järnmetaller. Metallgjuterierna indelas vanligen i **lättmetall-** och **tungmetallgjuterier**. Lättmetaller kallas de metaller och legeringar som är lättare än järn, de som är tyngre kallas tungmetaller.

Järngjuterier

I järngjuteriet framställs **gjutjärn** av olika slag. Ursprungligen göts järn direkt ur masugnarna, **tackjärn**. Gjutjärnet introducerades under senare delen av 1700-talet och innebar en raffinerande (renande) omsmältning av tackjärn som ofta hade många föroreningar. Gemensamt för allt gjutjärn, liksom tackjärn, är att den alltid närvarande halten av kol är högre än 2 procent. När gjutjärnet och tackjärnet stelnar kan järnet inte i sig lösa allt kol, överskottet fälls då vanligtvis ut som grafit. Gjutjärn används numera huvudsakligen vid tillverkning av bilmotorer, VVS-gods (Vatten, Värme och Sanitet) samt maskingods (maskindelar). Tidigare hade gjutjärnet en bredare användning, bland annat var det ett vanligt material i hushållsgods.

Landets första järngjuteri anlades 1762 i Stockholm av en engelsman, sju år senare följt av det legendariska Bergsunds gjuteri i samma stad. I Helsingborg inrättades landets tredje gjuteri 1799 och efter ytterligare tio år grundade engelsmannen Samuel Owen ett omtalat gjuteri på Kungsholmen i Stockholm.

Den äldsta och vanligast förekommande kvaliteten i gjuterierna är **grått gjutjärn** som är lättgjutet och mycket lättbearbetat. Järnets brottyta är grå, därav namnet.

Med speciella förfaranden kan gjutjärnet ges egenskaper, som gör att det liknar stål ("smidesjärn"). En äldre sådan metod innebar att järnet efter gjutningen värmebehandlades med hög temperatur i särskilda ugnar och under särskilda betingelser, varvid man fick **aducerjärn**. Under 1940-talet utvecklades en modernare metod för att få ett segt och starkt gjutjärn. Genom inblandning av en liten mängd magnesium i smältan strax före gjutningen erhålls **segjärn**. Många gråjärnsgjuterier tillverkar numera även segjärn.

Stålgjuterier

Stål kallas sådant järn som har en kolhalt lägre än 2 procent. Stål är både smidbart och segt ("plastiskt och elastiskt deformerbart"). Att gjuta stål är dock mer komplicerat än att gjuta järn. Gjuttemperaturen är högre och utbytet sämre. Konsten att gjuta stål med god kvalitet är inte särskilt gammal. Först vid mitten av 1700-talet kunde små mängder gott gjutstål erhållas i engelska degelstålverk. Metoder för massproduktion utvecklades 100 år senare av tyska (Krupp) och franska (Terrenoir) vapentillverkare. Första svenska bruk att massproducera gjutstål var kanontillverkaren Bofors 1878. Stålgjutning är numera tämligen allmänt förekommande med både legerade och olegerade stål. Ett stål sägs vara legerat när en annan beståndsdel än kol, t.ex. mangan, krom eller nickel, finns löst i stålet. De tillsatta ämnena är avsedda att ge stålet förbättrade hållfasthets-, korrosions- eller värmeegenskaper.

Lättmetallgjuterier

De flesta lättmetaller har lägre smältpunkt än järn och stål och kräver därför inte lika komplicerad smältutrustning som dessa. Vanligast är att man gjuter aluminium. Den första gjutbara aluminiumlegeringen var **dural**, en aluminium-kopparlegering från 1900-talets första år. I början av 1920-talet introducerades en gjutlegering med kisel, **silumin**, vilken har alldeles utmärkta egenskaper. Gjutning förekommer även av lättmetallerna magnesium och zink, den förra används bl.a. vid tillverkning av moderna motorsågar (motorkedjesågar).

Tungmetallgjuterier

De mest använda gjutbara tungmetallerna är koppar och dess legeringar, alla med mycket gammalt ursprung. Kopparns främsta gjutlegeringar är **brons** med 10–14 procent tenn, **mässing** eller **gulmetall** med 35–40 procent zink, **rödmetall** med vardera ca 5 procent av bly, tenn och zink samt **aluminiumbrons** med ca 10 procent aluminium. En särskild brons är **klockbronsen** med ca 20 procent tenn. Ett gammalt namn på rödmetall är **malm**, förr gärna använd till grytor och ljusstakar, "malmstakar." **Gelbgjutaren** gjuter naturligtvis i första hand gulmetall (ty. *gelb* = gul).

Formningsmetoderna

Gjuteriindustrin indelas även efter formningsmetoder. Det färdiga gjutgodset skall ha form och utseende, som så nära det är möjligt överensstämmer med gjutformens. Själva gjutformen måste därför vara motståndskraftig mot den smälta metallens höga värme, mot dess eroderande verkan under gjutningsförloppet samt från det tryck som metallen åstadkom-

Åminne numera nedlagda bruk i Jönköpings län omfattade masugn, gjuteri och mekanisk verkstad. Bilden visar gjuteriet från 1908. Foto B. Spade, 1994.

mer. För att klara påfrestningarna utförs formarna på olika sätt, beroende på det gjutna materialet samt gjutgodsets seriestorlek och krav på dess måttnoggrannhet.

Råsandsgjuterier

Traditionellt används sand som formmaterial. En uråldrig metod är att blanda sanden med ett bindemedel, vanligtvis vatten och lera. Man får då en plastisk, stark och värmebeständig massa, formsand, som är utmärkt att göra formavtryck med. Metoden som kallas råsandsformning används i **råsandsgjuterier** och är fortfarande den vanligaste formningsmetoden.

Skalformnings- och furansandsgjuterier

Under senare hälften av 1900-talet har nya bindemedel utvecklats för sandformning. Plaster och härdande (stelnande) oljor ger stabilare och måttnoggrannare formar och börjar därför ersätta råsandens lera och vatten. Med de nya bindemedlen kan hårda och oömma formar erhållas i stället för råsandsformningens mjuka och känsliga formar. Vanligast av de nya metoderna är skalformning och furansandsformning. Gjuterier med dessa formmetoder kallas följaktligen för **skalformningsgjuterier** och **furansandsgjuterier**.

Kokill- och pressgjuterier

Gemensamt för alla sandformar är att de bara kan användas en gång, eftersom de måste förstöras när gjutgodset friläggs. Vid tillverkning av små och medelstora detaljer i långa serier kan man med fördel använda sig av permanenta järnformar, vilka dessutom ger god måttnoggrannhet. Om metallsmältan hälls direkt i järnformen kallas formarna för kokiller och processen för **kokillgjutning**. Smältan kan också pressas in i formen under högt tryck, **pressgjutning**, vilket är ett gjutförfarande som ger gods med hög ytfinish och mycket god måttnoggrannhet. Motsvarande benämning på gjuterierna är **kokillgjuterier** och **pressgjuterier**.

Gjuteriprocessen

Processen i ett gjuteri är i sina grunddrag densamma oavsett gjuteriets produktionsinriktning. I det konventionella sandformningsgjuteriet är råvarorna huvudsakligen **torr sand, bindemedel, råmetall** och eventuella **smälttillsatser,** allt från leverantörer samt **retursand** och **återgångsskrot** från den egna produktionen. Råvarorna måste lagras i torrhet; blir de fuktiga kan svåra produktionsstörningar uppkomma till följd av de höga temperaturerna vid smältning och avgjutning.

Tillsammans med tillsatsmedel smälts metallen i **ugnar,** vilka oftast finns i ett särskilt **smältverk.** Den smälta metallen transporteras till **avgjutningsplatsen** i olika slag av behållare som **skänkar, tombolor** ("majjor") och **gjutskopor.**

Formsanden eller **formmassan** bereds av torr nysand och retursand som blandas med bindemedel och eventuella andra tillsatser, antingen manuellt eller maskinellt i **sandberedningen.** Från denna transporteras sanden ut till formningsplatserna för hand eller i ett automatiskt system med **skopelevatorer** och **ändlösa band.** Formmassan kan antingen vara plastisk eller stelnande (råsand eller skal/furansand).

I **formhallen** tillverkas gjutformarna för hand, **handformning,** när det rör sig om enstaka tillverkning med stora, komplicerade modeller. Vid serietillverkning av smågods och medelstort gods sker formningen i särskilda formmaskiner, **maskinformning.** Formmaskinerna kan vara mer eller mindre automatiska. Själva formningen, "avtrycket", sker efter **gjutmodeller,** som vid handformning vanligen är lösa. Vid maskinformning är modellerna fastsatta på särskilda plåtar, **modellbrätt.**

Modellerna kan vara tillverkade av trä, metall eller plast. Tillverkningen, som är mycket kvalificerad, sker efter ritningar i **modellsnickerier,** vilka antingen hör till gjuteriet eller är fristående företag. När modellerna inte används, förvaras de i särskilda **modellförråd,** vilka ofta vid äldre gjuterier uppvisar imponerande interiörer.

Vid formning av gjutgods som skall ha någon form av hålighet, eller ha ett komplicerat parti, lägger man in lösa **sandkärnor** i formen. Dessa tillverkas i **kärnmakeriet** genom att man blandar in ett stelnande bindemedel i sanden; sandkärnorna är således inte plastiska utan hårda och oömma.

Formningen sker nästan alltid med formen delad i två halvor för att man skall kunna ta ur gjutmodellen, dra modellen. Vid formning av smågods kan man låta hela formen hållas ihop med enbart formsanden, **bullformning.** Vid lite större detaljer måste sanden få hjälp med att behålla formen, särskilt under själva avgjutningen. Formhalvorna tillverkas då med omgivande kraftiga metallramar, **flaskor,** och förfarandet kallas **flaskformning.**

Efter formning och avgjutning får formar och gods stå en tid och svalna, varefter formarna slås isär, **uppslagning,** och gjutgodset friläggs.

Gjutgodset är nu inte särskilt roligt att skåda. Godset snyggas därför till i **renseriet,** där ingjutssystemet, fastbränd formsand och kärnor samt gjutskägg och sår efter ingjutssystemet tas bort.

Efter **avsyning, kontroll, provning** och eventuell målning är gjutgodset färdigt att levereras för vidare bearbetning i egna eller andras verkstäder.

Arbetsoperationerna och processutrustningarna

Smältverk

I de flesta gjuterier smälts och smältbehandlas metallen i ugnar som är uppställda i särskilda smältverk. Vid kokill- och pressgjutning av lätt- och tungmetaller förekommer det dock att smältningen sker i ugnar invid gjutmaskinerna. Ugnsutrustningens utformning styrs av metallernas smälttemperatur och behovet av smältkapacitet. Ugnar i ett större stålgjuteri med höga smälttemperaturer är således helt annorlunda än det lilla aluminiumgjuteriets ugn med låg smälttemperatur. Några typiska ugnsutrustningar i olika slag av gjuterier beskrivs i det följande.

Stålgjuterierna använde tidigare gärna **martinugnar,** en flamugnstyp som varit mycket vanlig i stålverken. Svenska stålgjuterier smälter numera genomgående i elektriska ugnar av olika slag. Dessa kan vara **ljusbågsugnar, HFD-**ugnar (HögFrekvens Degelugnar) eller **LFD-**

ugnar (LågFrekvens Degelugnar), de båda senare ugnstyperna är av induktionstyp.

Gråjärnsgjuterierna har vanligtvis kokseldade ugnar av schakttyp, **kupolugnar** (lat. *cupola* = liten tunna). Ugnstypen påminner om en liten masugn. I kupolugnen smälts tackjärn (råvara) och återgångsskrot tillsammans med koks, som ger processvärme, samt kalk som bl.a. fångar upp föroreningar och bildar slagg. Kupolugnen fungerar inte utan blästerluft. Om luften är förvärmd kallas ugnen för **varmblästerkupolugn**, eljest **kallblästerkupolugn**.

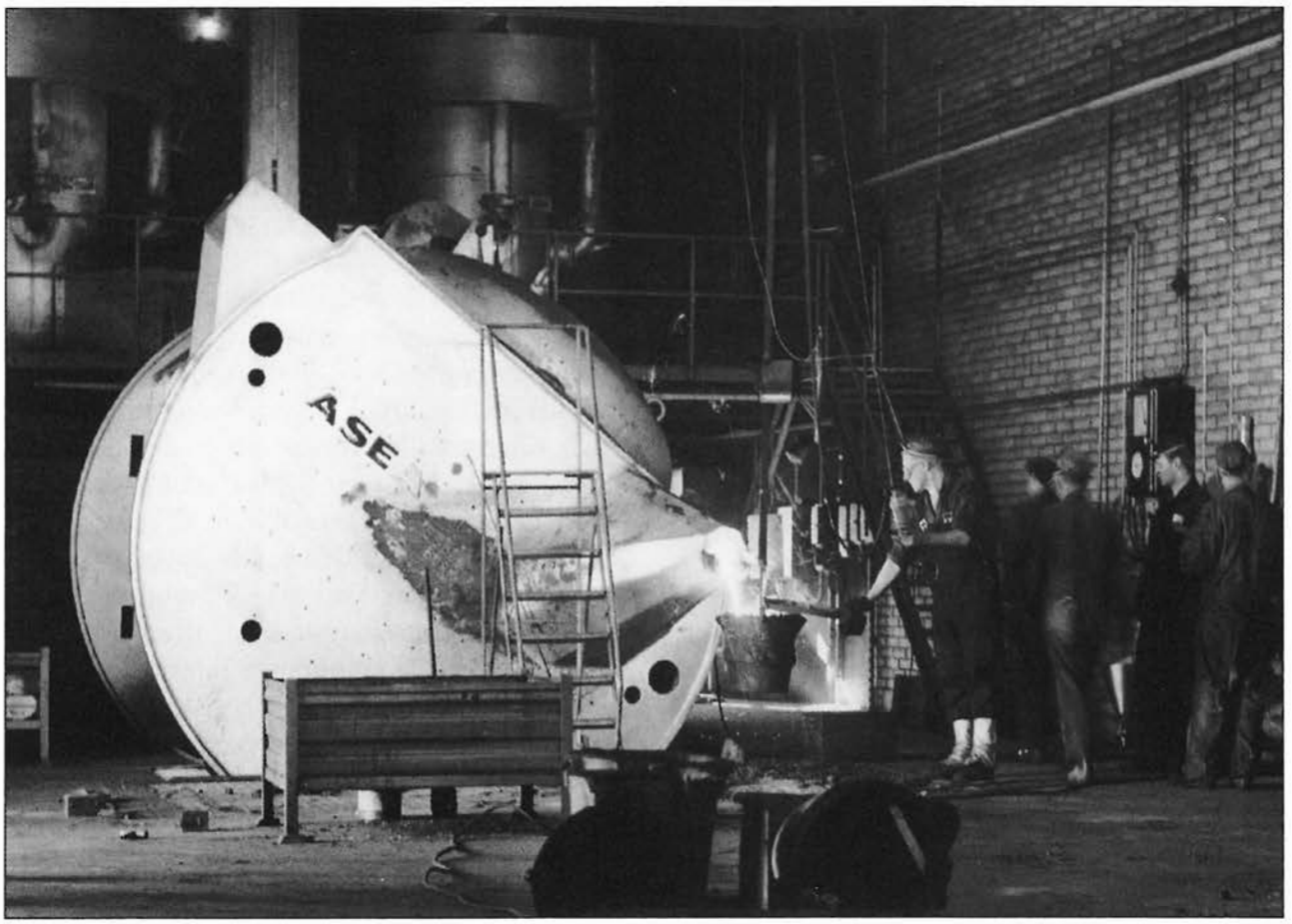
Avgjutning sker normalt inte i samma takt som kupolugnen smälter. En buffert med smält järn, en **varmhållningsugn**, är därför oftast nödvändig. I mindre gråjärnsgjuterier kan en sådan ordnas som **förhärd** till kupolugnen medan de större gjuterierna har en eller flera särskilda ugnar. Dessa är oftast elektriska ugnar av induktionstyp, **LFR**-ugnar (LågFrekvens Rännugn).

I metallgjuterier är den **tippbara degelugnen** vanligast. Den kan värmas med el, gas eller olja.

Sandberedning

Vid **råsandsformning** bereds formsanden i sandberedningen. Retursand från gjutgodsuppslagningen regenereras här genom tillsats av nysand och bindemedel. Vid järn-, stål- och tungmetallgjuterier blandas även något kol in i formsanden för att minska sandens tendens att bränna fast på metallytan. Sanden i sådana gjuterier blir i det närmaste svart. Förr i tiden när kolpulver, "sot", användes, gjorde det svarta sanddammet att gjuteriernas interiörer blev dystra och mörka. Ett populärt fotomotiv dåförtiden var interiören från gjuteriet med det starka ljuset från smältan speglande sig i den sammanbitne gjutarens ansikte mot en mörk och dov bakgrund.

I sandberedningen siktas sanden först för att sandklumpar skall slås sönder och metallbitar, kärnrester o. dyl. skiljas bort. Retursan-



Tappning av smält gjutjärn från varmhållningsugn till gjutskänk i EBE-verkens gråjärnsgjuteri, Oskarshamn, Kalmar län. Uppe på läktaren två kupolugnar. Gjuteriet numera nedlagt. Foto B. Spade, 1967.

den blandas därefter med nysand, vatten, bindemedel (ofta används en särskild lera, **bentonit**) och sot i särskilda blandningsmaskiner. En sådan med ålderdomligt ursprung är **kollergången**, vilken fortfarande förekommer. Modernare är dock **speedmullorn** som är en vidareutveckling av kollergången.

Efter blandningen transporteras sanden ut till formningsstationerna där den i avvaktan på användning kan mellanlagras i **formsandsfickor**.

I gjuterier med **furansandsformning** blandas en härdande olja in i sanden omedelbart före formningen. Formsanden stelnar efter ett tag och blir mycket hård och stark. Här används således inte lera och vatten som bindemedel. Vid **skalformning** används sand som är preparerad, "klädd" med en plast, redan när den kommer till gjuteriet. Ett tunt lager sand hälls över modellbrättet som är uppvärmt vid formningen. Värmen gör att plasten i sanden smälter och binder samman sandkornen. I stället för en stor och tung sandform erhålls här ett lätt "formskal."

Kärnmakeri

I kärnmakeriet tillverkas sandkärnor av skiftande slag. **Kärnan** måste vara så stark att den tål hantering och de krafter som den utsätts för vid gjutningen. Men inte nog med detta, kärnans bindemedel måste i förekommande fall ha egenskapen att kollapsa en tid efter gjutningen för att göra det möjligt att senare få ut den ur godset. Eftersom gjuttemperaturerna och metallernas stelningstider varierar måste kärnans bindemedel anpassas till dessa.

Ett gammalt recept på kärntillverkning är att blanda **nysand** och **linolja** och sedan värma upp, **baka**, den mjuka kärnan i ugn. En sådan kärnas kvalitet blir oftast utmärkt. Men, linoljan är dyr och den har därför ersatts med andra organiska och oorganiska bindemedel. Särskilt har plaster kommit till användning. I dag talar man således om **hot-box** och **cold-boxmetoderna**. En annan elegant metod för kärntillverkning är att blanda nysand och **vattenglas** (användes förr till äggkonservering). När kärnan formats blåser man in koldioxid i sandblandningen, varvid vattenglaset härdar och åstadkommer en hård kärna. Förfarandet kallas för **CO_2-metoden**.

Kärntillverkning sker vanligtvis i särskilda maskiner. De vanligaste är **kärnblåsmaskiner** och **kärnskjutmaskiner**. Verktyget som ger kärnan dess form kallas **kärnlåda**.

Formhall

I formhallen tillverkas gjutformarna och kärnorna läggs i formarna; oftast sker här också såväl avgjutning som avsvalning och uppslagning.

Vanligast i gjuterierna är den maskinella flaskformningen. Den traditionella och hantverksmässiga handformningen minskar mer och mer i omfång. Processen vid handformning och maskinformning är dock samma. Avtrycket i sanden åstadkoms med en modell. Formen görs alltid i minst två delar för att man skall kunna få ut modellen före gjutningen. Modellen har svagt koniska sidor, **släppning**, för att den skall kunna dras ur sanden utan att avtrycket skadas. Vid komplicerat gods är modellen ofta delad med en del i underformen och en i överformen. Till modellen hör också ett ingjutningssystem, som åstadkommer kanaler i formen, så att metallen kan rinna in i formhåligheten vid avgjutningen. När formhalvorna är färdiga läggs eventuella kärnor i, varpå halvorna läggs ihop och är färdiga för avgjutning.

Vid handformning packas, **rammas**, sanden noggrant, antingen för hand eller med tryckluftdrivna, handhållna **luftrammar**. Ett viktigt handredskap är **lancetten** som ser ut som en sked med blad i båda ändar. Med denna justeras, repareras och kompletteras formen efter modelldragningen.

Av flaskformningsmaskiner finns en uppsjö olika typer. Gemensamt för dem är att de mer eller mindre automatiskt skakar eller pressar samman formsanden i flaskan mot modellen, att de drar modellen ur formen och att de vänder underformen rätt så att överformen kan läggas ihop med denna. Vid flera formmaskiner läggs även kärnorna i automatiskt liksom att de krampar eller viktar formhalvorna så att överhalvan inte flyter upp vid avgjutningen.

Det finns även andra formningsmetoder i gjuterierna. Här skall endast nämnas två, där gjutmodellen inte tas ur formen på konventionellt sätt. Vid båda kan gjutgodset ha en mycket komplicerad form och släppning behövs inte. Den ena, **vaxmetoden** (**lost-wax** eller **à cire**

perdue) är mycket gammal och används vid tillverkning av små, komplicerade föremål, gjutna i metaller som ofta har hög smältpunkt. Modellerna tillverkas här av vax och kringgjutes med en keramisk massa, ett material som tål mycket hög temperatur. När massan stelnat värms formen upp så att vaxet smälter varefter detta hälls ur och lämnar en formhålighet med valfritt utseende efter sig. I denna kan sedan den önskade metallen gjutas. Efter svalning friläggs gjutgodset genom att formen slås sönder. Gjutmetoden används industriellt vid **precisionsgjutning**, särskilt av metaller som är så hårda att de inte kan bearbetas med vanliga skärverktyg, gjutgodset får då en "färdig" form redan vid gjutningen. Vaxmetoden har även använts i årtusenden vid **konstgjutning**, särskilt av brons men även av ädla metaller.

Den andra metoden innebär att modellen formas och byggs upp av luftig **styrenplast**. Modellen är även här av engångstyp men får stanna kvar i formen till avgjutningen. När den varma metallen tränger in i formen förgasas modellen så gott som omedelbart och lämnar en fri formhålighet.

Renseri

Efter uppslagningen har gjutgodset ofta vidbränd sand på ytan, kärnor som sitter kvar i håligheter, ingjutssystem som är fastgjutna samt gjutskägg som bildats i glapp mellan gods och gjutform eller kärna. Alla dessa skavanker rättas till i renseriet där också en första avsyning sker. Svårt skadat eller ofullkomligt gods blir återgångsskrot, **kassation**. Ingjutssystemen är ofta så utformade att de kan slås av med en hammare. Vid mjukare gods som aluminiumlegeringar, sågas eller klipps ingjutet bort medan stålgjutgodsets ingjut ofta får skäras med gas eller kapskiva.

Sedan godset befriats från ingjutssystemet avlägsnas fastbränd sand från sandgjutet och kärnformat gods. En vanlig metod förr var att godset **trumlades** i en **skurtunna** eller **trumla**, vilket innebar att det placerades i en liggande cylindrisk behållare som vreds runt en tid. Vid vridningen skavde detaljerna varandra rena från sand och kvarsittande gjutskägg. Numera **blästras** godset rent i särskilda **blästermaskiner**. Ursprungligen användes vanlig kvartssand som blästermaterial men när denna av flera skäl visade sig olämplig gick man över till blästermaterial av stålkorn eller andra hårda ämnen.

Efter blästringen är godset rent och man kan då lättare se eventuella fel och brister. Rester av gjutskägg och ingjutssystem hör till ytfel som är utåtgående och därför kan avlägsnas. De slipas bort med kraftiga **slipmaskiner** som kan vara handhållna eller golvmonterade, **slipstolar**. Gjutgods med inåtgående ytfel måste ofta kasseras.

Avsyning, kontroll och provning

Gjutgodset är nu klart för avsyning, kontroll och provning. Avsyningen sker naturligtvis med självsyn (okulärbesiktning). Vid kontroll och provning behöver man däremot laboratoriehjälpmedel. I **måttkontroll** använder man **mätutrustning, tolkar** m.m. På gods som skall utsättas för stora påfrestningar görs ofta **materialprovning**. Denna kan vara oförstörande som **sprickindikering, röntgen** och **ultraljudsprovning** eller förstörande som **hållfasthetsprovning** och **kemisk analys**. Förstörande provning sker vanligtvis på särskilda provbitar som gjuts samtidigt med godset.

Efter avsyning, kontroll och provning är gjutgodset klart för leverans till egna eller kunders verkstäder. Järn- och stålgjutgods målas eventuellt före leverans.

Gjuteribyggnaderna – karaktäristiska exteriörer

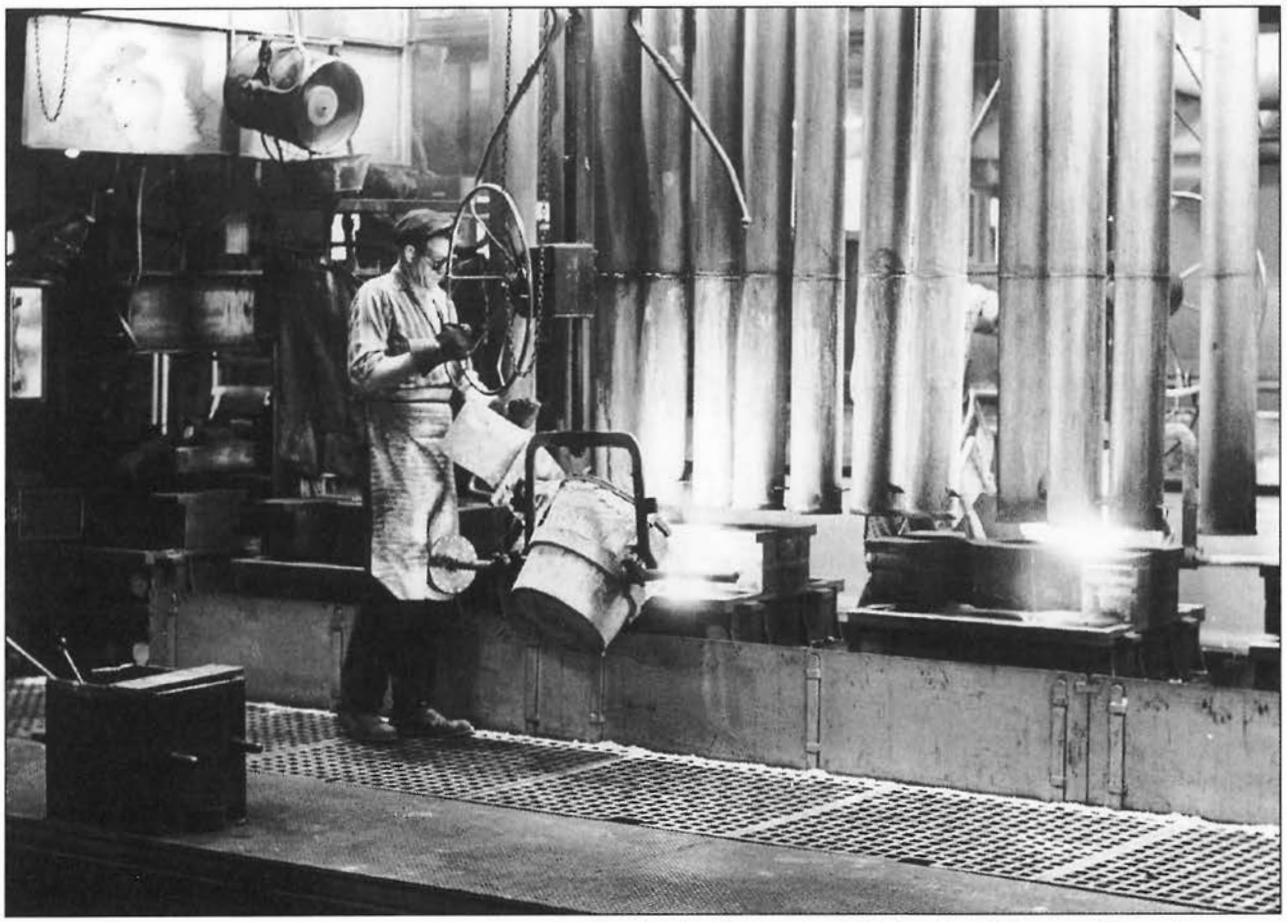
Med hänsyn till gjuteribyggnadernas utformning kan man i mycket grova drag urskilja några olika generationer av gjuterier.

Första generationen, ca 1850–1890

Byggnad i rödtegel med sadeltak och valvade dörr- och fönsteröppningar. Hela gjuteriprocessen samlad i en enda lokal. Kupolugn i byggnadens ena ände och kärnmakeriugnar i den andra vid järngjuterier. Skorstenar och ventilationslanternin på taket. Personalutrymmen och kontor saknas.

Andra generationen, ca 1890–1920

En ökande produktion kräver större utrymmen. Gråjärnsgjuteri med byggnad av rödtegel, vilken här har formen av den antika basili-



Avgjutning med handmanövrerad gjutskänk i Kockums gjuteri, Kallinge, Blekinge län. Gjuteriet numera nedlagt. Foto B. Spade, 1966.

kan med formhall, sandberedning och uppslagning i mittskeppet samt kärnmakeri, smältverk, renseri, personalutrymmen och kontor i sidoskeppen. Öppningsbara fönster vid mittskeppets tak för maximalt ljusinsläpp och vädring. Smältverk med två kupolugnar.

Tredje generationen, ca 1920–1960

Gjuteribyggnad i rödtegel med betongskelett. Gjuteriets delfunktioner åtskilda med mellanväggar. Raka, höga port- och fönsteröppningar. Tak med ventilationslanterniner. Smältverk med flera kupolugnar samt elektrisk varmhållningsugn i sidobyggnad. På smältverkstaket kupolugnstopp med stoftavskiljare. Om man bortser från kupolugnarna kan byggnaden mycket väl inrymma ett stålgjuteri.

Fjärde generationen, ca 1960–

Gjuteri med stor produktion. Byggnad av lättbetong med små utblicksfönster och flackt tak. Gjuteriets funktioner är delvis åtskilda med mellanväggar. Stora och små skorstenar på tak liksom aggregat för stoftavskiljning och värmeåtervinning. Smältverk med elektriska ugnar inom byggnadskroppen. Den anonyma byggnaden kan inrymma vilket slags gjuteri som helst.

Gjuteriyrket

Gjuteriyrket är gammalt och personalen har i hög grad fått namn efter sina funktioner. Man talar således om t.ex. **smältare** eller **ugnsskötare**, **sandberedare**, **kärnmakare**, **modellsnickare**, **handformare**, **maskinformare**, **bullformare**, **uppslagare**, **rensare** och **avsynare**. I ledningen för gjuteriet finns naturligtvis en **gjutmästare**. Arbetsmiljön i gjuterierna är stundom mycket krävande. Men trots att det kan vara tungt, varmt, bullrigt och dammigt präglas förhållandena genomgående av god sammanhållning och en utpräglad yrkesstolthet.

Litteratur

Berglund, Bengt. *Svensk järngjutning 1850–1910.* Jönköping 1989.

Gjuteriteknik. Av B. Thyberg m.fl. Stockholm 1964.

Bartoldson-Lander, A. & Ericson, Martin. *I Åminne – ett brukssamhälle.* En etnologisk studie. Jönköping 1982.

Ordlista

à cire perdue *39*
aducerjärn *35*
aluminiumbrons *35*
avgjutningsplats *37*
avsynare *41*
avsyning *37*
bakning *39*
bentonit *39*
bindemedel *37*
blästermaskin *40*
blästring *40*
brons *35*
bullformare *41*
bullformning *37*
cold-box *39*
CO_2-metoden *39*
degelugn, tippbar *38*
dural *35*
flaska *37*
flaskformning *37*
formhall *37*
formmassa *37*
formsand *37*
formsandsficka *39*
furansandsformning *39*
furansandsgjuteri *36*
förhärd *38*
gelbgjutare *35*
gjutjärn *35*
gjutmodell *37*
gjutmästare *41*
gjutskopa *37*
grått gjutjärn *35*
gulmetall *35*
HFD-ugn *37*
handformare *41*
handformning *37*
hot-box *39*
hållfasthetsprovning *40*
järngjuteri *34*
kallblästerkupolugn *38*
kassation *40*
kemisk analys *40*
klockbrons *35*
kokillgjuteri *36*
kokillgjutning *36*
kollergång *39*
konstgjutning *40*
kontroll *37*
kupolugn *38*
kärna *39*
kärnblåsmaskin *39*
kärnlåda *39*
kärnmakare *41*
kärnmakeri *37*
kärnskjutmaskin *39*
LFD-ugn *37*
LFR-ugn *38*
lancett *39*
linolja *39*
ljusbågsugn *37*
lost-wax *39*
luftramm *39*
lättmetallgjuteri *34*
malm *35*
martinugn *37*
maskinformare *41*
maskinformning *37*
materialprovning *40*
metallgjuteri *34*
modellbrätt *37*
modellförråd *37*
modellsnickare *41*
modellsnickeri *37*
måttkontroll *40*
mässing *35*
mätutrustning *40*
nysand *39*
precisionsgjutning *40*
pressgjuteri *36*
pressgjutning *36*
provning *37*
ramning *39*
rensare *41*
renseri *37*
retursand *37*
råmetall *37*
råsandsformning *38*
råsandsgjuteri *36*
rödmetall *35*
röntgen *40*
sandberedare *41*
sandberedning *37*
sandkärna *37*
segjärn *35*
silumin *35*
skalformning *39*
skalformningsgjuteri *36*
skopelevator *37*
skurtunna *40*
skänk *37*
slipmaskin *40*
slipstol *40*
släppning *39*
smältare *41*
smälttillsats *37*
smältverk *37*
speedmullor *39*
sprickindikering *40*
styrenplast *40*
stålgjuteri *34*
tackjärn *35*
tolk *40*
tombola *37*
torr sand *37*
trumla *40*
tungmetallgjuteri *34*
ugnar *37*
ugnsskötare *41*
ultraljudsprovning *40*
uppslagare *41*
uppslagning *37*
varmblästerkupolugn *38*
varmhållningsugn *38*
vattenglas *39*
vaxmetoden *39*
återgångsskrot *37*
ändlöst band *37*

Verkstadsindustri

Allmänt

I verkstadsindustrin tillverkas huvudsakligen metallföremål. Delarna till dessa formas genom olika operationer, varefter de byggs samman eller monteras till den färdiga produkten.

Verkstadsindustrin växte fram som en av grundvalarna för industrialiseringen. Den övriga tillverkningsindustrins, kommunikationsmedlens, byggnadsindustrins och hushållens apparater och maskiner utvecklades och tillverkades i verkstadsindustrin. Den första svenska verkstaden i modern mening, d.v.s. fristående från en bruksrörelse, var Bergsunds i Stockholm, grundad 1769. I början av 1800-talet följdes denna av bl.a. Samuel Owens verkstad i Stockholm 1809, Motala Verkstad 1822, Munktells i Eskilstuna 1832, Jonsereds utanför Göteborg 1833, Malcolms i Norrköping 1836, Kockums i Malmö 1840, Keillers i Göteborg 1841 (senare Götaverken) samt Bolinders i Stockholm 1844.

Till de tidiga verkstäderna hörde nästan utan undantag gjuterier (i firmanamnet ingick vanligtvis "...Gjuteri och Mekanisk Werkstad") och verkstädernas huvuduppgift var ofta att bearbeta gjutgods. De tidiga verkstädernas produktsortiment var mycket brett och kunde omfatta allt från spisar till ångmaskiner.

Verkstadsindustrin är en heterogen sektor i det svenska näringslivet. Tillverkningen omfattar i dag många produkter – från småspik och skruv till stora flygplan och fartyg – och produktionen äger rum i såväl hantverksmässiga former som i högautomatiserade processer.

Fram till 1820-talet var plogar, kvarnar, spinn- och vävmaskiner, tryckpressar, vagnar och fartyg till största delen byggda i trä, och metalldelar förekom endast sparsamt. Finmekanik som lås- och urtillverkning, där metallbearbetning nått mycket långt, utgjorde ett undantag. Även i de första ångmaskinerna användes trä i stor utsträckning, framför allt i stativ och balansbom. Men cylinder, kolv och ventiler måste göras i metall och detta drev fram en ny teknologi, baserad på järn och andra metaller.

I de mekaniska verkstäderna bedrevs arbetet till en början i stor utsträckning som hantverk med hammare, huggmejsel, såg och fil. De svarvar och borrmaskiner som fanns drevs i många fall med handkraft eller med fottrampa. Verktygsmaskiner började emellertid i större utsträckning att drivas med remmar från axlar i taket. Kraftkällan var vattenhjul, vattenturbin eller ångmaskin.

Den äldsta verkstadsindustrin var normalt lokaliserad till större orter. På landsbygden växte emellertid så småningom en annan typ av verkstäder fram. Det var när smedjorna, vilka främst ägnat sig åt att tillverka och underhålla jordbruksbefolkningens redskap, tog upp tillverkning av produkter, ofta med anknytning till landsbygden, exempelvis jordbruksredskap.

Av de stora verkstadsföretag som grundades i Sverige under åren 1830–1840 hade många startats av inflyttade engelsmän och skottar, vilka svarade för en tekniköverföring till Sverige från det industriellt avancerade England. Detta kom att få synnerligen stor betydelse för den fortsatta tekniska utvecklingen i vårt land.

I det följande redovisas några av de mekaniska verkstäder som kom att få stor betydelse för utvecklingen.

Den mekaniska verkstadsindustrin stod efter 1870 inför en expansion utan motstycke förr eller senare. Inom ett tiotal år hade flera stora företag grundats som skulle komma att få en dominerande betydelse i svensk industri och som i våra dagar har följande namn: Atlas Copco 1873, tidigare AB Atlas och AB Diesels Motorer. Ericson 1876, tidigare L. M. Ericson. ABB 1883, tidigare ASEA. Alfa Laval 1883, tidigare Separator (G. de Laval). ABB STAL, 1893 och 1908 (AB de Lavals Ångturbin och Svenska Turbinfabriks AB Ljungström). AGA 1904 (G. Dalén). SKF 1907 (G. Wingqvist).

Gemensamt för de flesta av de nya företagen var att de alla tillverkade maskintekniska produkter med höga krav på precision. C. E. Johansson startade ett företag i Eskilstuna vid sekelskiftet för tillverkning av måttsatser med högsta noggrannhet. En annan innovatör, J. P. Johansson i Enköping (företagaren B. A. Hjorth, Bahco förvärvade ensamrätten), lanserade först rörtången och därefter skiftnyckeln.

Dessa produkter hade inte kunnat tillverkas i mekaniska verkstäder 50 år tidigare. För-

utsättningarna skapades genom att nya typer av verktygsmaskiner hade börjat tas i bruk.

I dag är verkstadsindustrin den största enskilda industrigrenen i Sverige. Ungefär hälften av den totala industrisysselsättningen sker inom denna sektor.

Produktionsinriktningen

Verkstadsindustrin har en mycket stor och mångsidig produktion. En överskådlig indelning efter produktionsinriktning är därför svår att göra. Om behov av en sådan finns hänvisas till SNI 92, Standard för svensk näringsgrensindelning 1992 (SCB 1992:6).

Många verkstäder fungerar som underleverantörer till andra verkstäder, exempelvis till bilindustrin. I den slutliga kundvaran ingår därför ofta flera led av delprodukter från skilda verkstadsföretag.

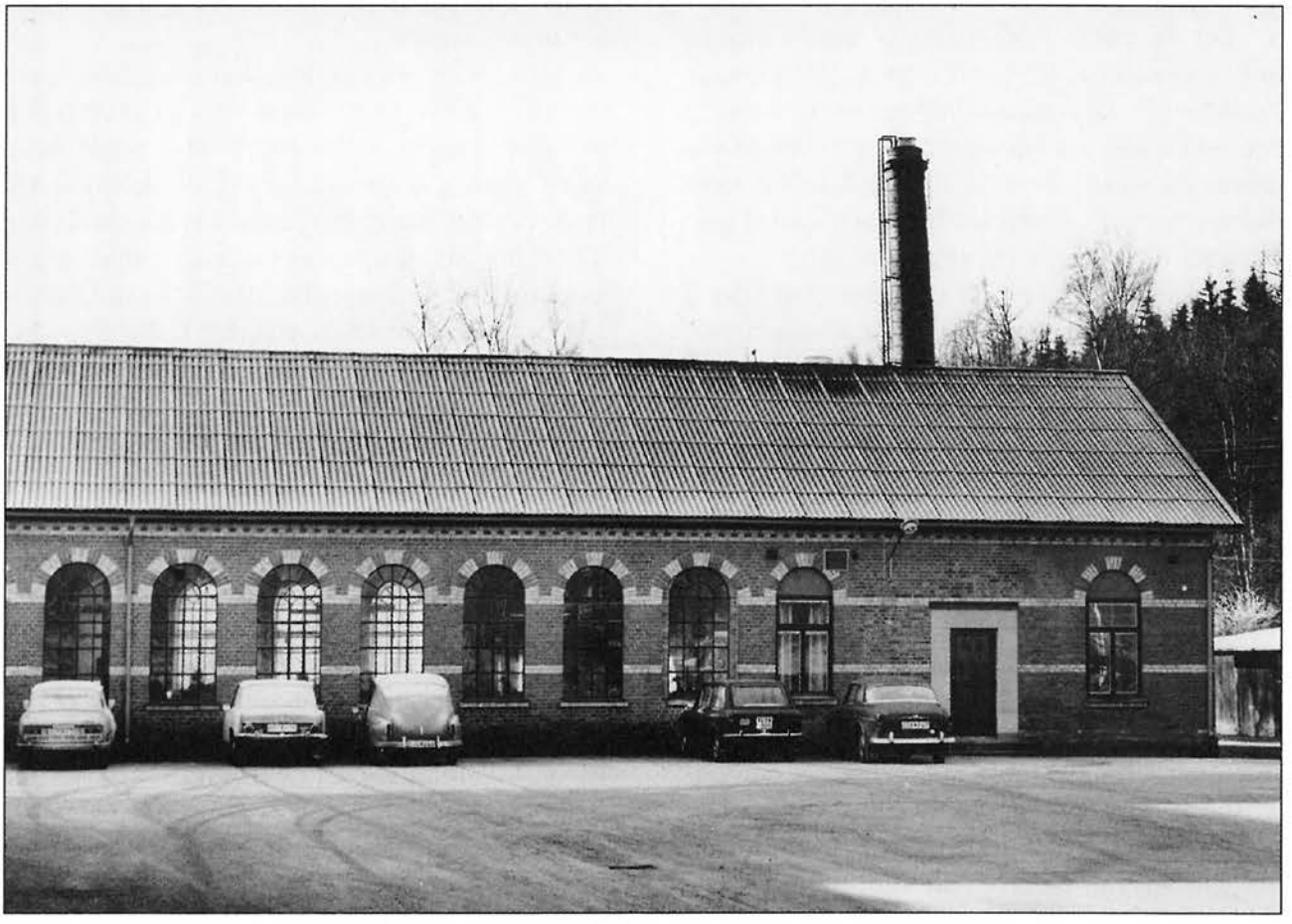
Verkstadsprocesserna

Generellt sett sker tillverkningen i verkstäderna genom att delar formas genom bearbetning av gjutna, valsade, pressade eller smidda råämnen och halvfabrikat. Dessa köps i regel från underleverantörer. Efter bearbetning sammanfogas, monteras, delarna till den färdiga produkten. Ofta ytbehandlas produkten före eller efter monteringen.

Bearbetning

Vid bearbetning av råämnen och halvfabrikat erhålls produktens önskade former och mått. Detta kan ske på många olika sätt. Vanligast är att man använder sig av bearbetning som är **skärande** eller **formförändrande**.

När man använder skärande bearbetning kan man använda två olika metoder. Vid den ena tar man bort överflödigt material från ämnet. Detta förfarande kallas **spånskärande bearbetning** eftersom materialet tas bort som spån. Här används olika slag av verktyg, **skärstål**, monterade i **svarvar, fräs-, hyvel-, såg-** och



Traryds Filfabrik, etablerad 1877, Kronobergs län. Den eleganta verkstadsbyggnaden är möjligen av senare datum. Foto B. Spade, 1975.

borrmaskiner. En variant av den spånskärande bearbetningen är **slipningen**, där ett slipande material används i **slipmaskiner**.

Den skärande bearbetningen kan också vara **styckskärande**. Ämnet delas här i ett eller flera, oftast likadana stycken genom **klippning** och **stansning**.

Vid formförändrande bearbetning (plastisk formning) utnyttjas ämnets förmåga att kunna ändra form utan att brista. Bearbetningen kan ske i kallt eller varmt tillstånd. Särskilt lätta att forma är mjuka och sega material som mjuk plåt av stål, mässing och aluminium. Några exempel på formförändrande bearbetning är **bockning, djuppressning, tryckning** samt **smide**. Operationerna sker vid rumstemperatur utom vid smide där materialet vanligtvis först måste värmas till en sådan temperatur att det kan bearbetas.

Montering

Verkstädernas produkter består vanligen av flera delar, vilka erhållits vid bearbetning i egna eller andras verkstäder (legotillverkade).

Delarna byggs samman eller monteras på många olika sätt. Ibland monteras delarna *rörligt* till varandra genom något slag av **lagring**. För det mesta sker dock monteringen *fast* genom t.ex. **bultning, nitning, gängning, limning, lödning, svetsning** eller **pressning**.

Ytbehandling

Ofta ytbehandlas verkstädernas produkter för att skydda dem mot korrosion ("offerskikt") eller ge dem ett tilltalade yttre. Ytbehandlingen kan ske före eller efter monteringen, beroende på vilken monteringsmetod som används.

Det finns många olika slags ytbehandlingsmetoder. Föremål av järn och stål **målas** normalt med täckande färger. Dessa består vanligtvis av en **grundfärg** (primer) som ger fäste mot metallen och en **täckfärg** som ger önskad kulör och skydd mot yttre påverkan. Om föremålen skall användas utomhus eller i en korrosiv atmosfär brukar grundfärgen innehålla zink (zinkkromat) eller bly (mönja, numera sällsynt). I särskilt utsatta miljöer använder man ofta **färger av flerkomponenttyp** som epoxilack.

Av icke-järnföremål brukar kopparlegeringar inte ytbehandlas eftersom de är ganska korrosionsbeständiga och dessutom ofta har en tilltalande metallglans. Aluminiumlegeringar är däremot mer känsliga för korrosion och om de skall användas i besvärliga miljöer målas de eller eloxeras. **Eloxering** är en styrd oxidation av metallens yta, vilken ger en stark och seg hinna av aluminiumoxid.

En mycket kvalificerad ytbehandling av metallföremål sker på **galvanoteknisk** väg. I denna beläggs metallföremålet genom elektrolys med en tunn hinna av en skyddande metall som nickel eller krom. Motsvarande metoder kallas **förnickling** och **förkromning**. Zink kan också användas som ytskydd och appliceras genom neddoppning i en zinksmälta eller på galvanoteknisk väg, **förzinkning** eller **"galvanisering"**. Zinken är dock en "offermetall" som så småningom konsumeras av korrosionen.

Kraftöverföring

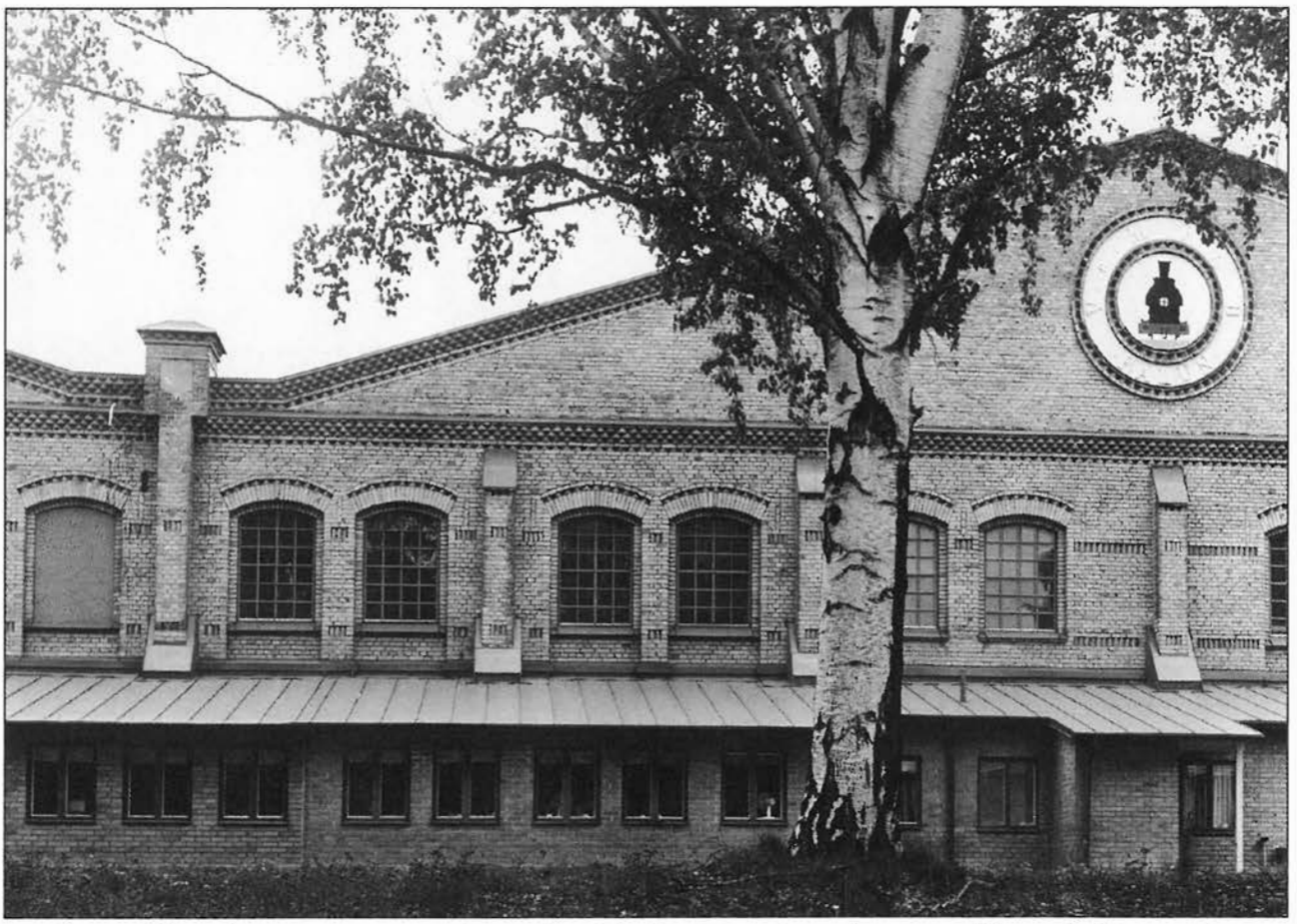
Verkstädernas maskiner drivs numera så gott som uteslutande av elektriska motorer med **direktdrift**, d.v.s. varje maskin har en egen motor. I äldre tid var det däremot annorlunda. Man hade då en centralt placerad drivmotor (vattenturbin, ångmaskin, elmotor) med ett transmissionssystem i form av **axelledningar** och **remmar** till maskinerna. Vid varje maskin fanns en frikopplingsanordning med en stor spak och härifrån kommer uttrycket "att lägga på en rem." Axel-/remtransmissionerna visade sig dock så småningom orationella och framför allt farliga att arbeta med. Det var lätt att fastna i någon av de roterande axelledningarna eller att få en hand eller ett finger avklippt i ingreppet mellan rem och remskiva.

De vanligaste maskinerna för skärande bearbetning

Svarvar

Svarvning är en av de mest kända och använda av de skärande bearbetningsmetoderna. I svarvningen formges ett roterande arbetsstycke med ett spånskiljande verktyg, ett **svarvstål**. Det finns en stor mängd svarvtyper, de flesta med horisontellt roterande arbetsstycken.

Den klassiska svarven är **supportsvarven**, kallad så efter den valfritt inställbara del, **supporten**, som svarvstålet är infäst i. Med sup-



I Falun etablerades 1901 Vagn- och Maskinfabriks AB av Bergslaget med huvudsaklig inriktning på tillverkning av järnvägsfordon, därav företagets symbol uppe till höger på bilden. Kopparbergs län. Foto B. Spade, 1995.

portsvarven kan många olika slag av operationer utföras på arbetsstycken av varierande form. Supportsvarven är lämplig för tillverkning av enstaka detaljer.

Vid serie- och masstillverkning används utvecklade former av supportsvarven. En äldre svarvtyp för serietillverkning är **revolversvarven**. Denna skiljer sig från supportsvarven bland annat genom att flera verktyg för olika svarvoperationer kan fästas i ett vridbart verktygsfäste, **revolverhuvudet**, vilket lätt kan vridas för att få fram önskat verktyg.

En modernare seriesvarv är den "numeriskt styrda" **NC-svarven**. Denna, som kan förses med ett stort antal svarvstål, styrs av ett elektroniskt datasystem. De första NC-svarvarna styrdes av hålremsor som på en jaquardvävstol.

När små och enkla detaljer skall masstillverkas används **automatsvarvar**. Dessa har mycket kort bearbetningstid. Råmaterialet tillförs antingen i form av långa stänger, som svarven bearbetar och kapar, eller från ett magasin med färdigkapade ämnen.

Ibland behöver stora föremål svarvas. Supportsvarven och dess gelikar räcker då oftast inte till. Vid sådana tillfällen används i stället svarvar, där ämnet fästs på en stor roterande skiva, en **planskiva**. Om svarven har planskivan monterad med horisontell axel kallas den för **plansvarv** och i en sådan kan ganska stora föremål bearbetas. De allra största ämnena svarvas emellertid i **karusellsvarvar** där planskivan är monterad med vertikal axel och ofta nedsänkt i golvet. En särskild svarvtyp är hjulsvarven som används för att svarva hjul till järnvägsfordon.

Fräsmaskiner

Fräsmaskinen är den mest allsidiga av verkstädernas bearbetningsmaskiner. Maskinen kan användas för att bearbeta allt från stora plana ytor till komplicerade former med dubbelkrökta ytor som i kugg- och snäckhjulstillverkning.

Övre Ulleruds Smidesverkstad i Värmlands län, en liten landsbygdsverkstad. Foto B. Spade, 1992.

Vid fräsning bearbetas ämnet av ett roterande verktyg, **fräsen**, vilken är fäst på **frässpindeln**. Fräsen är försedd med att antal skär, **fräständer**. Under bearbetningen är vanligtvis den roterande fräsen fast monterad, medan ämnet förs i önskad riktning. I likhet med svarvarna är moderna fräsmaskiner oftast numeriskt styrda.

Fräsmaskinerna har sinsemellan ganska olika utformning, beroende på vad de skall användas till. Med hänsyn till fräsens placering brukar man tala om **horisontalfräsmaskiner** och **vertikalfräsmaskiner**. Man talar också om fräsmaskiner efter deras användningsområde som t.ex. **långfräsmaskiner** för långa fräsoperationer, **rundfräsmaskiner** för bearbetning av rotationsytor (samma som svarvar), **kopierfräsmaskiner** för kopiering eller överföring av formen hos en modell, **gängfräsmaskiner** för framställning av gängor samt **kuggfräsmaskiner** för fräsning av kuggarna till kugghjul och kuggstänger.

Hyvelmaskiner

Hyvling var förr en vanlig bearbetningsoperation vid framställning av plana ytor. Hyvlingen har emellertid numera så gott som helt trängts undan av fräsning och används endast i undantagsfall. Vid hyvling får det smala verktyget, **hyvelstålet**, bearbeta den aktuella ytan i en fram- och återgående rörelse.

Större arbetsstycken bearbetas i **bordhyvelmaskiner**. Arbetsstycket monteras på ett bord, vilket har en linjär fram- och återgående rörelse. Hyvelstålet är fäst i ett kraftigt stativ över arbetsstycket. Vid bearbetning rörs bordet fram och tillbaka och för varje framåtrörelse skär hyvelstålet bort ett smalt parti av överflödigt gods. För varje cykel matas hyvelstålet en liten bit åt sidan för att kunna ta nästa skär.

En hyvelmaskin som tidigare var mycket vanlig är **kipphyveln**, vilken fortfarande återfinns här och var. Den är avsedd för planing av mindre arbetsstycken och här är det hyvelstålet som förs fram och åter vid bearbetningen medan arbetsstycket endast flyttas vid matningen.

Sågar

Sågar används i verkstadsindustrin företrädesvis vid kapning av ämnen, som skall bearbetas

vidare i andra maskiner. I verkstäderna sker sågningen som **kallsågning,** till skillnad från valsverkens och järnverkens varmsågning. Sågning av metaller påminner spåntekniskt om hyvling.

Vid kapning av grovt stångmaterial används **cirkelkapsågar** med klingor som närmast påminner om större skivfräsar. För samma ändamål används även **bygelsågar** eller **maskinsågar,** vilka har ett rakt sågblad, fastsatt i en styrd fram- och återgående bygel eller båge. Sågbladet är här tandat för avverkning endast när det rör sig i ena riktningen.

Även **bandsågar** används i verkstadsindustrin för sågning av mjukare metaller. Sågarna påminner om snickeriindustrins men är kraftigare byggda. Bandsågarnas ändlösa klingor är alltid mycket smala och ger mindre spånförlust än andra sågtyper. Metallbandsågar används därför gärna t.ex. vid kapning av ämnen i dyrbara material.

Borrmaskiner

Borrning är en av de äldsta bearbetningsmetoderna, vilket hänger samman med hålets betydelse för rörelsemekanismer och sammanfogningsdelar. Mycket omtalade i äldre tider var de borrvindar som användes för att borra ur kanonernas lopp. Borroperationer kan utföras med många olika slag av borrverktyg, de vanligaste är **spiralborrar, plattborrar, rörborrar** och **långhålsborrar.**

Borren får sin rörelse och styrning i borrmaskiner, vilka vanligtvis kan vara utförda som **bänkborrmaskiner** eller golvmonterade **pelarborrmaskiner.** Dessa används för borrning av lättare arbetsstycken. För borrning av större och tyngre arbetsstycken används **radialborrmaskiner.** I dessa är borret fäst på ett sådant sätt i en svängbar borrarm, att arbetsstycket inte behöver flyttas om flera hål skall borras.

Vid borrning av flera hål samtidigt används **flerspindliga borrmaskiner,** medan **radborrmaskiner** med fördel används vid monteringsarbeten, då arbetsoperationer som borrning, försänkning och gängning av ett hål skall ske. När stora cylindriska hål skall bearbetas invändigt kan man använda ett **arborrverk,** där borrverktyget är fäst på en roterande stång, arborrstången. Arborrning motsvarar verkstadstekniskt invändig svarvning. Arborrverket kan även användas för fräsning, brotschning och gängning.

Borrningen ger sällan ett korrekt bearbetningsresultat och hålen blir mer eller mindre orunda, krokiga och repiga. Vid krav på viss hålkvalitet måste hålen därför efterbearbetas. Vanligast är **upprymning** med **spiralförsänkare** (upprymmare) av redan borrade hål, vilket ger korrekta hål och **brotschning** med **brotschar** av borrade och upprymda hål, varvid man erhåller hål som har hög ytfinhet.

Slipmaskiner

I verkstäderna är slipning som bearbetningsmetod tämligen ung. Slipningen används såväl vid finjustering av mått och ytor som vid grovbearbetning av material. Slipverktygen är **slipskivor,** vilka kan ha olika form och sammansättning. Generellt består skivorna av skarpkantade korn av ett hårt material, exempelvis karborundum (kiselkarbid), korund ("smärgel" eller aluminiumoxid) eller diamant, vilka hålls samman av ett kraftigt bindemedel. Skivorna roterar med stor hastighet och vid grov avverkning krävs även stora effekter. Detta gör att särskilda krav ställs på slipskivespindlarnas lagring och skivornas hållfasthet.

I likhet med övrig spånskärande bearbetning utvecklas hög temperatur vid slipningen. Det är därför nödvändigt att kyla ner verktyg och ämne, vilket sker med riklig tillförsel av **skärvätska.**

De slipmaskiner, som används i verkstadsindustrin, benämns vanligtvis efter arten av den yta som skall bearbetas, exempelvis **rundslipmaskiner** (utvändiga och invändiga), **gängslipmaskiner, planslipmaskiner** och **sfärslipmaskiner.** I **universalslipmaskinen** kan slipskivan ställas in i önskat läge i förhållande till arbetsstycket. En särskilt uppmärksammad rundslipmaskin är **centerlessslipmaskinen** ("centrumfri-") där det runda arbetsstycket inte är fastsatt utan ligger löst roterande mellan slipskivan och en reglerskiva.

Saxar

Klippning räknas till styckskärande bearbetning. Materialet isärdelas här av ett **klippverktyg** eller **sax** med två skarpkantade eggar, vilka arbetar mot varandra. Arbetsmetoden har ett mycket brett användningsområde. I verkstadsindustrin används klippning främst för att ta

fram detaljer eller ämnen med raka kanter ur plåt.

Den vanligaste klippmaskinen är **gradsaxen,** vilken ger enbart raka snitt. Maskinen kan ha ett flera meter långt skärverktyg och drivs vanligtvis med en excenterrörelse eller på hydraulisk väg. Små gradsaxar kan ha manuell drift. Gradsaxar kan utföras för klippning av tämligen grov plåt.

Det finns även en sax som kan klippa ut konturer. Den har ett mycket kort skärverktyg med ett snabbt oscillerande (fram- och återgående) överskär och kallas för **kontursax, oscillerande sax** eller **Pullmax-sax** (efter tillverkaren).

Stansmaskiner

Den vanligaste av de styckskärande bearbetningsmetoderna är **stansning**. Denna som egentligen är en speciell variant av klippning används vid massframställning ur plåt eller band av oftast små detaljer med enkel utformning. Stansverktyget består av en **stans** eller **stämpel** och en **dyna**, båda med skarpa kanter. I dynan finns ett hål som motsvarar stansens form. Arbetsstycket läggs mellan stans och dyna varefter stansen pressas ner mot dynan och klipper ut en detalj med stansens/dynans form. Stansmaskiner för framtagning av små och halvstora detaljer har ofta mycket hög kapacitet.

Stansmaskiner är utförda som olika slag av pressar av vilka **excenterpressen** är vanligast. I denna får stansen sin rörelse från en excenterskiva (en rund skiva som sitter på en axel och inte är lagrad i centrum varför den får en ojämn rörelse). Utseendemässigt känns excenterpressen igen på det stora horisontalaxlade svänghjulet. I detta lagras rörelseenergi till själva stansögonblicket.

En annan typ av stansmaskin som förekommer, särskilt vid guldsmeds- och matbesticktillverkning, är friktionsskruvpressen eller **skruvpressen**. Även denna erhåller ett momentant krafttillskott från ett stort svänghjul, vilket är lagrat med vertikal axel. Axeln är dessutom utformad som en gängad spindel och vid stansning "skruvas" stansen ner mot arbetsstycke och dyna.

Både excenterpressen och skruvpressen är mångsidiga maskiner och de kan även användas till hålpressning, dragning, prägling, smidning, bockning och riktning.

Stansmaskiner kan även utföras som **hydrauliska pressar** där stansens rörelse erhålls från en hydraulcylinder som arbetar med olja under högt tryck.

Ett mellanting mellan stansning och klippning är nibblingen. Med denna tar man ut detaljer med valfri form ur en plåt genom att åstadkomma en "perforerad" snittyta med hjälp av ett litet snabbgående stansverktyg. Nibblingen, som sker i särskilda **nibblingsmaskiner**, används mest vid tillverkning av enstaka detaljer.

Vid manuellt arbete med framför allt excenterpressar gav dessa förr upphov till många olyckor med avklippta fingrar. Verktygen byggs därför numera helst slutna och med automatisk inmatning av arbetsstycket. Vid arbeten med manuell ur- och iplockning ställs stränga krav på säkerheten med bl.a. tvåhandsmanövrering. Detta innebär att pressrörelsen inte går att utlösa med mindre än att manövrering sker med båda händerna samtidigt.

De vanligaste maskinerna för formförändrande bearbetning

Formförändrande bearbetning eller plastisk formning omfattar ett stort antal bearbetningsmetoder. Alla kännetecknas av att formningen sker genom bockning (böjning), pressning/dragning, tryckning eller smide. Formningen förutsätter att arbetsstycket är av sådant material att det plastiskt (motsats elastiskt) kan ändra sin form utan att brista. En del material har denna egenskap först när de blivit upphettade. Formningsförfarandet kallas då för smide.

Bockningsmaskiner

Den enklaste plastiska formningen är bockningen. Verktyget består av ett formblock med en rörlig övre och en fast undre del. Formblocket har den form, som man vill att arbetsstycket skall få och vid formning pressas ämnet mellan de två halvorna. Den vanligaste bockningsmaskinen är **kantpressen,** vilken används för att framställa raka profiler av plåt eller band. Pressen, som är ganska lik gradsaxen och lätt förväxlas med denna, är utformad med excenterrörelse eller hydrauldrift.

En annan vanlig **bockningsmaskin** är **rundbockningsmaskinen,** använd för rundbockning av plåt till cylindrisk eller konisk form. Maski-

nen är försedd med tre valsar, varav den ena är ställbar i förhållande till de två andra, för att man skall kunna åstadkomma rundade former med olika radier.

Maskiner för djuppressning

Vid formning av plåt till allehanda detaljer med "buktande" form, t.ex. decilitermått av rostfritt stål eller karosseridetaljer till bilar, utnyttjar man materialets tänjbarhet i djuppressning. Denna innefattar **dragpressning** (förr djupdragning), **sträckpressning** och **sträckdragning**. För närmare beskrivning av metoderna hänvisas till facklitteraturen. Verktygen vid metoderna utgörs vanligtvis av stämpel och dyna av stål.

Vid tillverkning av små, djuppressade detaljer används excenterpressar, medan man vid stora och mycket stora detaljer använder hydraulpressar. En speciell presstyp är **hydroformpressen** där dynan, som består av ett kraftigt gummimembran, anpassar sig till allehanda stämpelformer. Bakom membranet finns en behållare med olja. Vid pressning vill stämpeln tränga undan oljan, vilket inte tillåts ske förrän vid ett tryck av upp emot 1 000 kp/cm^2. Den anpassbara dynan gör att verktyget blir billigare att tillverka än om det vore helt av stål. En mycket avancerad presstyp är den svenska **Quintus-pressen**, vilken kan arbeta med presskrafter på över 50 000 ton. Vid bearbetning av små ytor kan man med Quintuspressar uppnå sådana tryck, att det t.o.m. går att tillverka syntetiska diamanter!

Trycksvarvar

Trycksvarvning är en speciell djuppressningsmetod, som används för att formge t.ex. detaljer med sådant utseende, att stansen vid vanlig djuppressning inte skulle kunna dras ut efter bearbetningen. Ett gott exempel på detta är den klassiska kaffekokaren. Med trycksvarvning kan man även forma ovala eller mångsidiga föremål.

Vid trycksvarvning pressas ett roterande runt plåtämne av ett mjukkantat verktygsstål mot en modell, en **tryckpatron** eller **matris**, som har den färdiga detaljens form. Plåtämnet är vanligtvis av aluminium, koppar eller mässing. Som arbetsmaskin vid trycksvarvning kan en vanlig svarv användas men oftast sker formningen i en särskild **trycksvarv**. Eftersom någon skärande bearbetning inte sker är uttrycket trycksvarvning oegentligt.

Smidesmaskiner

Vid smide värms arbetsstycket till den temperatur, smidestemperaturen, där materialet har sådan smidighet att det kan bearbetas utan att brista. Näst efter gjutning är smidet den äldsta metoden att forma järn och metall. I vårt land är järnhanteringens smide känt sedan mycket lång tid tillbaka. Men redan före järnet behärskade man konsten att med slag och tryck bearbeta guld, silver, tenn, koppar och kopparlegeringar till konst- och bruksföremål. Dessa material är för övrigt smidbara redan i kallt tillstånd.

Smide kan ske helt för hand som vid nutida konstsmide. Vid industriellt smide används emellertid smidesmaskiner, vilka bearbetar smidesämnet med slag eller tryck. Smidet sker efter de två huvudprinciperna **frismide** och **sänksmide** (**hejarsmide**). Frismide används för formning av mycket grova detaljer som axlar, stångämnen och eldrör till kanoner, medan sänksmidet används för massproduktion av mindre detaljer som vevstakar till bilmotorer. Vid frismidet bearbetas arbetsstycket direkt med upprepade slag från en **smideshammare** och smedens skicklighet är avgörande för hur nära han kan få arbetsstycket att likna den önskade detaljen. Vid sänksmidet används däremot ett delat formverktyg, en **matris**. Övre delen av denna är fäst i en **smideshejares** eller **smidespress** slagdel. Sänksmidet kräver serietillverkning eftersom verktyget är dyrt att tillverka. Tillformningen av det varma ämnet sker oftast med ett fåtal slag av hejaren eller ett enda slag av pressen.

I hejaren får hammarhuvudet falla fritt ner mot ämnet och städet, till skillnad från hammaren, där huvudet drivs ner med hjälpkraft. Hejaren blir därför oftast högre än hammaren, för att man skall få tillräcklig fallhöjd. En klassisk hejare är **plankhejaren**, där hammarhuvudet lyfts av en planka av bok eller lönn. En liknande konstruktion har den mindre **bandhejaren**, vilken påminner om plankhejaren men har ett band eller rem som lyfter hammarhuvudet. Båda hejartyperna används för klensmide. En äldre hammartyp för klensmide är **fjäderhammaren** där en kraftig bladfjäder bi-

drar till att ge hammarhuvudet ett snärtigt och "klibbande" slag. Efter samma princip arbetar **lufthammaren** där fjädern har ersatts av en fjädrande luftmassa i en cylinder. För grövre hammarsmide används **tryckluftdrivna smideshammare**. Tidigare var det vanligt att stora smideshammare av liknande konstruktion drevs med ånga, **ånghammare**. En modernare hammartyp är **motslagshammaren** där två hammarhuvuden får slå mot varandra, det ena uppifrån och det andra nerifrån. På så sätt dämpas de starka skakningar som hammarslagen annars utsätter fundament och omgivande byggnader för.

De vanligaste smidesmaskinerna numera är smidespressarna. För mindre arbetsstycken används vanligtvis excenterpressar och för större, hydrauliska pressar, vilka kan utföras för presskrafter på över 10 000 ton.

Den vanligaste utrustningen för montering

Av verkstädernas monteringsmetoder skall endast svetsningen beröras eftersom denna, till skillnad från de andra, kräver en förhållandevis komplicerad utrustning.

Svetsning

Svetsning är en mångsidig och utmärkt metod när man önskar fästa metalldelar stumt mot varandra. Svetsningen innebär att fogen mellan delarna värms upp så mycket att de smälter eller välls samman och bildar ett homogent förband. Svetsningen kan ske med sluten fog, **trycksvetsning**, då delarna monteras tätt tillsammans varefter uppvärmningen sker. Fogen kan också vara öppen och delarna förenas då genom att man smälter ett tillsatsmaterial som fyller fogen, **smältsvetsning**. Man talar också om **påsvetsning**. Denna innebär att smält material påförs ett arbetsstycke för att ersätta bortslitet gods eller åstadkomma en motståndskraftigare yta.

Trycksvetsning kan delas upp i de två undergrupperna **vällning** (**hetsning**) och **motståndssvetsning**. Vällningen är en uråldrig svetsningsmetod som innebär att arbetsstyckena värms upp så att de blir degiga men inte smälter. Delarna slås därefter samman med hammare på ett städ. Det är lätt att förväxla vällning med smide.

Motståndssvetsningen, som utvecklades under 1920-talet, är en modern variant av vällningen där man använder elektrisk ström för att värma upp fogdelarna. När strömmen passerar fogen och således går över från den ena detaljen till den andra, omvandlas den till värme av övergångsmotståndet. Motståndssvetsning kan ske på flera olika sätt. Vid **punktsvetsning** av tunnplåt, t.ex. för bilar och hushållsartiklar, trycks plåtarna ihop mot varandra mellan två strömförande elektroder. När motståndsvärmet blivit så stort att välltemperatur nåtts stängs strömmen av och man får ett punktformigt förband. På så sätt kan man punkt för punkt "sy" ihop hur långa svetsskarvar som helst.

En metod som liknar punktsvetsning är **sömsvetsningen**, vilken bland annat används för att svetsa ihop diskbänkar. Elektroderna består här av rullar som trycker ihop och matar fram plåtarna, samtidigt som ström tillförs i korta impulser. Strömpulserna kommer så tätt att svetspunkterna bildar ett sammanhängande svetsförband.

Ytterligare en liknande metod är **brännsvetsningen**. Denna används för att svetsa samman grövre gods som när rör och räls skall skarvas ände mot ände. Delarna pressas mot varandra och uppvärms så att kontaktytan nästan smälter, varefter de trycks med mycket stor kraft mot varandra och man får ett utmärkt förband. Brännsvetsade detaljer känns igen på att det bildas en svulst runt svetsstället.

De tre beskrivna svetsmetoderna utförs i särskilda maskiner, benämnda **punktsvetsmaskiner**, **sömsvetsmaskiner** och **brännsvetsmaskiner**.

Smältsvetsning förekommer i många olika varianter och här skall endast ges en översikt av de vanligaste, **gassvetsning** och **bågsvetsning**. Vid gassvetsningen, som utförs manuellt, smälts den öppna fogens ytor och tillsatsmaterialet ner av en gaslåga, som bildas vid förbränning av acetylen eller gasol med syrgas. Gassvetsningen kom fram under 1910-talet men är på tillbakagång. Numera förekommer den sporadiskt vid enstaka arbetsoperationer, främst vid reparationsarbeten.

I bågsvetsningen utgörs värmekällan av en elektrisk ljusbåge, som erhålls mellan en elektrod och arbetsstycket. Den vanligaste båg-

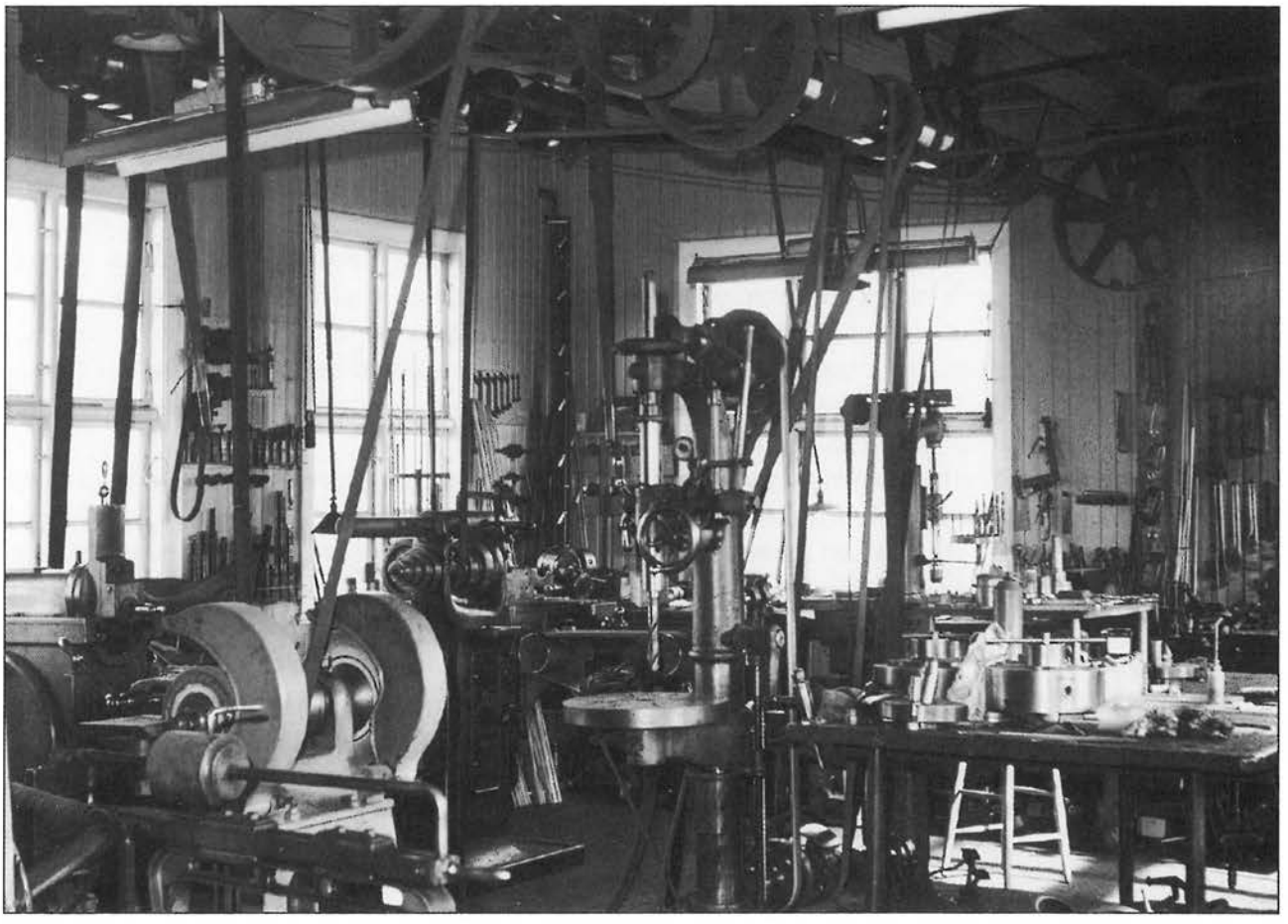
svetsmetoden är **metallbågsvetsningen**, vilken utvecklades strax efter sekelskiftet 1900. Ljusbågen bildas här av en elektrod som består av en pinne eller tråd av metall. Elektroden utgör samtidigt tillsatsmaterial till den öppna fogen och smälts successivt ner av ljusbågsvärmen.

Vid all smältsvetsning är det viktigt att skydda svetsen från luftens syre och fukt så länge fogen är i smält tillstånd. När man svetsar med gas får man automatiskt en skyddande låga men vid bågsvetsning måste man ta till andra metoder. Vid manuell metallbågsvetsning använder man elektroder, som är belagda med ett ämne, vilket bildar en skyddande slagg över smältan. När fogen stelnat knackar man bort slaggen.

Man kan även använda en s.k. inert gas (skyddsgas) som blåses ut över svetsstället och hindrar luften att nå smältan. En sådan metod är **gasmetallbågsvetsningen** eller mer populärt **MIG-svetsen** (Metal Inert Gas). I denna matas en kontinuerlig metallelektrod fram i ett munstycke som även blåser ut skyddsgasen. Vid svetsning av stål brukar gasen vara koldioxid.

När man skall svetsa aluminium och rostfritt stål brukar man använda **gasbågsvetsning**. Skyddsgasen är här ädelgasen argon. Vid gasbågsvetsning bildas ljusbågen av en volframelektrod och tillsatsmaterialet tillförs separat. Svetsmetoden kallas även **TIG-svetsning** (Tungsten Inert Gas). Både TIG- och MIG-metoden utvecklades under senare delen av 1940-talet.

I sammanhanget skall det även nämnas att man ofta använder **gasskärning** när man vill sönderdela stålföremål, t.ex. vid skrotning av stålkonstruktioner eller vid uttag av arbetsstycken ur grov stålplåt eller balk. Utrustningen för gasskärning är till stor del samma som vid gassvetsning. Man använder emellertid en mycket kraftigare brännare och när man väl har fått upp ett snitt eller en skåra i det som skall skäras isär, räcker det att man blåser ut en kraftig ström av syrgas. Metallen förbränns i syrgasen och den alstrade värmen är tillräcklig för att smälta bort materialet. Gasskärning, som alltid bjuder ett skådespel med kaskader



Thörnbloms mekaniska verkstad i Nässjö, Jönköpings län, med en interiör som inte förändrats mycket sedan verkstaden byggdes 1928. Den är numera nedlagd och riven. Foto B. Spade, 1974.

av gnistor, förväxlas ofta med gassvetsning, vilket leder till märkliga uttryck som "svetsa isär" och liknande.

Verkstadsbyggnader – karaktäristiska exteriörer

Med avseende på verkstadsbyggnadernas exteriöra utformning kan i grova drag några olika verkstadsgenerationer urskiljas.

Första generationen, ca 1850–1910

Här dominerar den traditionella enplans verkstadsbyggnaden av putsat eller oputsat rödtegel med sadeltak och välvda port- och fönsteröppningar. Typen återkommer i många samtida verksbyggnader som gjuterier, smedjor, kraftstationer m.m. Uppvärmning sker med kaminer. Ursprungligen saknades personalutrymmen och kontor. Vid senare utbyggnader har ursprungsbyggnaden ofta fått bestå i mer eller mindre oförändrat skick.

Andra generationen, ca 1910–1940

Enplans rödtegelbyggnad med sågtandstak. Taktypen, som introducerades under 1800-talet efter engelsk förebild, blir nu en symbol för industriell verksamhet och då inte minst för verkstadsindustrin. Golvytorna ökar och överljuset från den mot norr vända lanterninen blir välkommet. Personalutrymmen och kontorslokaler är vidbyggda verkstadslokalerna. Panncentralen har en rund tegelskorsten.

Tredje generationen, ca 1940–1960

Tvåplans byggnad i lättbetong eller gult/rött tegel med glasad entré till kontor samt platt tak, eventuellt med några utsugningsfläktar och hissmaskinhus. Rak, fyrkantig tegelskorsten.

Fjärde generationen, ca 1960–

Byggnad av lättbetong med platt tak och ett fåtal fönster för utblick. Den rationella anonyma exteriören avslöjar inget om verksamhetens art. Moduler för värmeåtervinning på byggnadens tak. Rund, roströd stålskorsten (CORTEN-stål). Vidbyggda eller fristående administrationslokaler och personalutrymmen.

Litteratur

Gårdlund, Torsten. *Bolinders: En svensk verkstad.* Stockholm 1945.

Hallendorff, Herman. *Slagsten och automat. Bilder från verktygsmaskinens utveckling.* Stockholm 1967.

Sveriges Industrilexikon. Band I. Red. S. Kuhlemann & C. Skånberg. Stockholm 1948.

Illustrerat register över tillverkningar vid medlemsföretag. Sveriges Mekaniska Verkstäders Förbund 1943–1944. Stockholm 1943.

Ordlista

arborrverk *48*
automatsvarv *46*
axelledning *45*
bandhejare *50*
bandsåg *48*
bockning *45*
bockningsmaskin *49*
bordhyvelmaskin *47*
borrmaskin *45*
brotsch *48*
brotschning *48*
brännsvetsmaskin *51*
brännsvetsning *51*
bultning *45*
bygelsåg *48*
bågsvetsning *51*
bänkborrmaskin *48*
centerless-
slipmaskin *48*
cirkelkapsåg *48*
direktdrift *45*
djuppressning *45*
dragpressning *50*
dyna *49*
eloxering *45*
excenterpress *49*
fjäderhammare *50*
flerkomponentfärg *45*
flerspindlig
borrmaskin *48*
formförändrande
bearbetning *44*
frismide *50*
fräs *47*
fräsmaskin *44*
frässpindel *47*
fräständer *47*
förkromning *45*
förnickling *45*
förzinkning *45*
galvanisering *45*
galvanoteknik *45*
gasbågsvetsning *52*
gasmetallbågsvetsning *52*
gasskärning *52*
gassvetsning *51*
gradsax *49*
grundfärg *45*
gängfräsmaskin *47*
gängning *45*
gängslipmaskin *48*
hejarsmide *50*
hetsning *51*
horisontalfräsmaskin *47*
hydraulpress *49*
hydroformpress *50*
hyvelmaskin *44*
hyvelstål *47*
kallsågning *48*
kantpress *49*
karusellsvarv *46*
kipphyvel *47*
klippning *45*
klippverktyg *48*
kontursax *49*
kopierfräsmaskin *47*
kraftöverföring *45*
kuggfräsmaskin *47*
lagring *45*
limning *45*
lufthammare *51*
långfräsmaskin *47*
långhålsborr *48*
lödning *45*
maskinsåg *48*
matris *50*
metallbågsvetsning *52*
MIG-svetsning *52*
montering *45*
motslagshammare *51*
motståndssvetsning *51*
målning *45*
NC-svarv *46*
nibblingsmaskin *49*
nitning *45*
oscillerande sax *49*
pelarborrmaskin *48*
plankhejare *50*
planskiva *46*
planslipmaskin *48*
plansvarv *46*
plattborr *48*
pressning *45*
Pullmax-sax *49*
punktsvetsmaskin *51*
punktsvetsning *51*
påsvetsning *51*
Quintus-press *50*
radborrmaskin *48*
radialborrmaskin *48*
rem *45*
revolverhuvud *46*
revolversvarv *46*
rundbockningsmaskin *49*
rundfräsmaskin *47*
rundslipmaskin *48*
rörborr *48*
sax *48*
sfärslipmaskin *48*
skruvpress *49*
skärande bearbetning *44*
skärstål *44*
skärvätska *48*
slipmaskin *45*
slipning *45*
slipskiva *48*
smide *45*
smideshammare *50*
smideshammare,
tryckluftdriven *51*
smideshejare *50*
smidesmaskin *50*
smidespress *50*
smältsvetsning *51*
spiralborr *48*
spiralförsänkare *48*
spånskärande
bearbetning *44*
stans *49*
stansmaskin *49*
stansning *45*
sträckdragning *50*
sträckpressning *50*
styckskärande
bearbetning *45*
stämpel *49*
support *45*
supportsvarv *45*
svarv *44*
svarvstål *45*
svetsning *45*
sågmaskin *44*
sänksmide *50*
sömsvetsmaskin *51*
sömsvetsning *51*
TIG-svetsning *52*
tryckning *45*
tryckpatron *50*
trycksvarv *50*
trycksvarvning *50*
trycksvetsning *51*
täckfärg *45*
universalslipmaskin *48*
upprymning *48*
vertikalfräsmaskin *47*
vällning *51*
ytbehandling *45*
ånghammare *51*

Anläggningar för elförsörjning

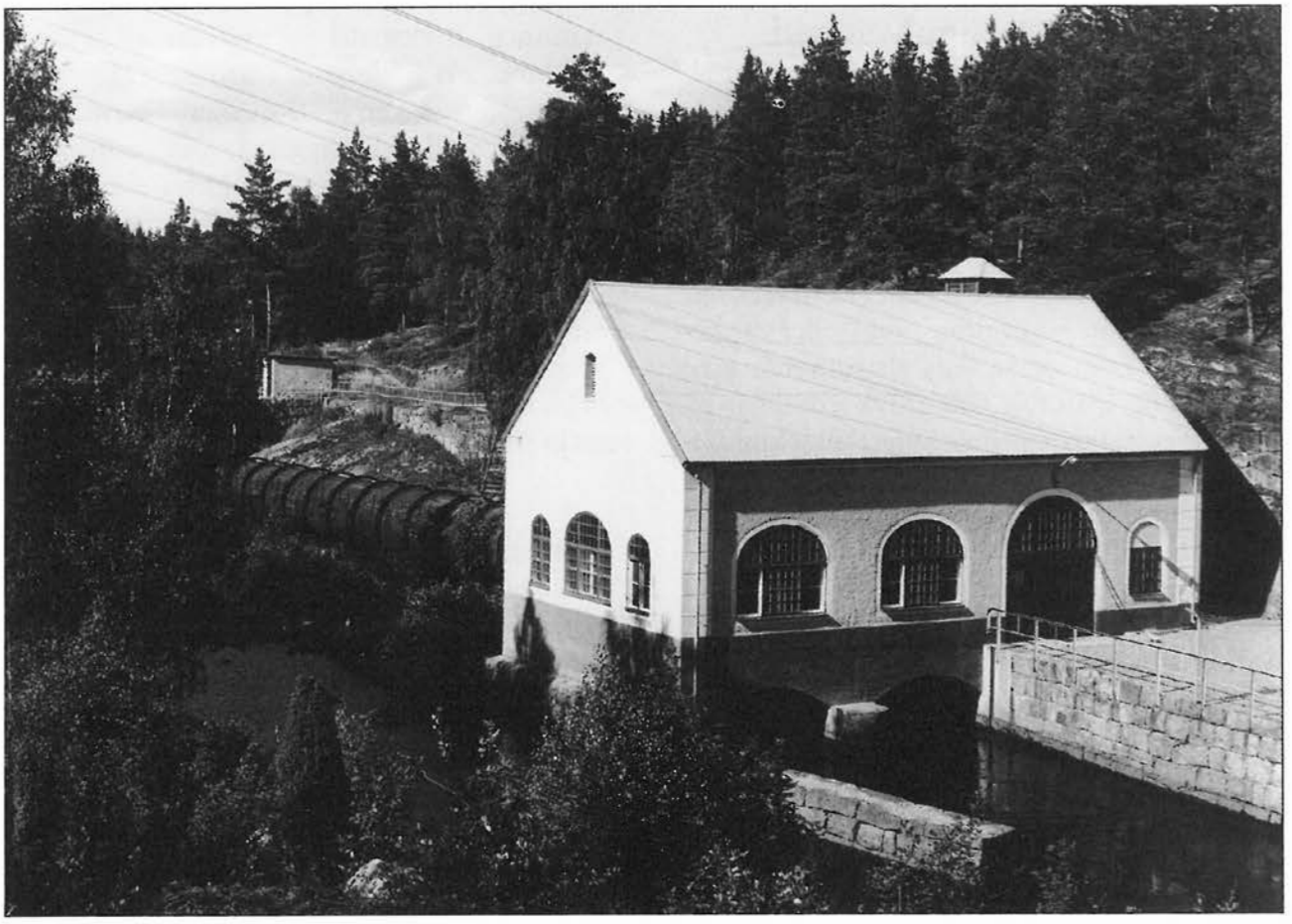
Allmänt

En av industrialiseringens förutsättningar var att maskinkraft kunde ersätta människors och djurs muskelarbete. De första industrierna lokaliserades därför till den rika kraftkälla som bäckars, åars och älvars fallande vatten erbjuder. När denna inte var tillgänglig i önskad omfattning lärde man sig i början av 1700-talet att med hjälp av ångpannor och ångmaskiner omvandla träets och kolets bundna energi till begärlig maskinkraft.

De tidiga kraftkällorna var således direkt förenade med de industriella verksamheterna. Förhållandet visade sig emellertid snart hämma en önskad expansion. Vad som behövdes var teknik för att mer långväga *flytta* eller *överföra kraft* från ett ställe till ett annat. Nu räckte det inte längre med traditionella överföringar som stånggångar, axelledningar, linor o.dyl., de hade alldeles för begränsad räckvidd. En behändig lösning fann man däremot i att *överföra kraft med hjälp av elektricitet.*

Under de första decennierna av 1800-talet hade flera viktiga upptäckter och rön gjorts om elektricitetens väsen. Därefter följde en period av praktiska tillämpningar då man dels lärde sig omvandla stora kraftmängder till elektrisk ström, dels utvecklade en praktisk användning av elektriciteten till framför allt belysning och motordrift. Som kronan på verket fann man under 1800-talets sista decennium en utmärkt metod för mycket långväga kraftöverföring i det elektriska trefassystemet med **trefasig växelström.** I avlägsna vattenfall eller ångkraftcentraler kunde elektrisk kraft nu genereras och sedan överföras med det nya systemet nästan hur långt som helst till en valfritt placerad motor eller lampa.

Elektrisk ström hade emellertid först kommit till allmän användning för belysning, i all synnerhet sedan den elektriska glödlampan uppfunnits 1879. Till att börja med kunde elek-



Vattenkraftverk från 1922 vid Brantafors i Ronnebyån, Blekinge län. Foto B. Spade, 1974.

triciteten endast användas lokalt och då helst i form av likström. Landets första belysningsinstallationer gjordes därför i städerna och redan på 1880-talet inrättades de första elektricitetsverken. De låg mitt inne i bebyggelsen och drevs nästan undantagslöst av **ångmaskiner** eftersom få städer hade tillgång till centralt belägna vattenfall.

Den trefasiga växelströmmens entré med de goda överföringsmöjligheterna förändrade dock situationen radikalt. Först kom trefasen till användning som drivkraft i bergshanteringen och den tunga industrin. Snart växte sig också tanken stark på en allmän elektrifiering av hela landet. Man menade att detta skulle kunna vara en av hörnstenarna i den välståndshöjning som industrialiseringen förde med sig. Elektrisk ström blev sålunda det efterlängtade medium som med enkla medel kunde leda kraft för belysning och motordrift till vilken plats man så önskade. Strax efter sekelskiftet 1900 skedde också en snabb utveckling med "elektrifiering" av bostäder, hantverk, jordbruk, industri och kommunikationer.

Elsystemets uppbyggnad

Innan elkraften når abonnenten krävs mer eller mindre vidlyftiga nätverk med anläggningar för generering, överföring och distribution av den elektriska strömmen. I Sverige samarbetar numera alla dessa i ett system som är gemensamt för hela landet. Elsystemet består generellt sett av **primärstationer** eller **kraftverk** där elkraften genereras i vatten-, vind- eller värmekraftverk. Från dessa leds elströmmen med mycket hög spänning och grova ledningar på **stamlinjer** (tidigare **primärlinjer**) till **sekundärstationer**. Där sker avtappning och nedtransformering till **regionlinjer** (tidigare **sekundärlinjer**) med något lägre spänning. Avståndet till abonnenterna har nu minskat och i **tertiärstationerna** sker nästa avtappning och ytterligare nedtransformering. Elströmmen leds därefter ut på **lokallinjer** till **kvartärstationer**, vilka brukar vara de som ligger närmast abonnenterna där slutlig nedtransformering sker till den vanligaste konsumtionsspänningen 380–400 volt.

Elsystemet är med undantag av den elektriska järnvägsdriften genomgående uppbyggt med trefasig växelström. Den vanligaste konsumtionsspänningen är 380–400 volt. Detta gör att enfasiga installationer, t.ex. belysning, i hem och på arbetsplatser arbetar med en driftspänning av 220–240 volt, en spänning som isolationsmässigt är lätt att hantera och inte heller ger så svåra skador som högre spänningar.

Sedan 1915, då Malmbanan mellan Kiruna och Riksgränsen elektrifierades, förses SJ:s elektrifierade banor med **enfasig växelström** som har frekvensen 16 2/3 p/s. Från Trelleborg till Riksgränsen arbetar därför järnvägselektrifieringen med ett eget system som är skilt från det övriga. Enfasströmmen matas med jämna mellanrum in till banan från omformarstationer med roterande eller statiska omformare. I dessa omvandlas det allmänna nätets trefasiga ström med frekvensen 50 p/s till järnvägsdriftens enfasiga växelström.

Kraftverk

Med begreppet kraftverk menas en elkraftproducerande anläggnings samtliga delar. I begreppet ingår således kraftstation, ställverk, verkstäder, personalbyggnader samt vattenkraftverkens dammar, kanaler, tunnlar och värmekraftverkens bränsledepåer och hamnar. **Kraftstationen** är den del av kraftverket där den maskinella och elektriska utrustningen finns. Kraftstationen kan bestå av **pannhus, maskinhus** och **ställverksbyggnad**. Dess roterande mekaniska utrustning – primärmotorer (turbiner, förbränningsmotorer) och generatorer – är uppställd i **maskinrum**, om utrymmet är litet eller har ett plant, lågt innertak, **maskinhall** om utrymmet är stort samt **maskinsal** om utrymmet består av ett bergrum. Kraftverken kan delas in i huvudgrupperna **vattenkraftverk, värmekraftverk** och **kärnkraftverk**.

Vattenkraftverk

Vattenkraftverket utnyttjar det fallande vattnets energi i bäckars, åars och älvars forsar och fall. Vattenkraft har använts i långa tider och före industrialiseringen utnyttjades den till exempel för att driva såg- och mjölkvarnar, stampar, kollergångar, bergshanteringens gruvor, hyttor och smedjor. När vattenkraften under senare delen av 1800-talet togs i anspråk för att driva även elektriska generatorer hade turbintekniken samt kunskapen och tekniken att reglera sjöar, bygga dammar och vattenvägar

därför redan nått en förhållandevis hög nivå.

Introduktionen av det trefasiga växelströmssystemet i början av 1890-talet kom att innebära en våldsam exploatering av vattenkraften. I vårt land påbörjades då en intensiv utbyggnadsperiod som avslutats först i våra dagar. Vattenkraftverken kom i många avseenden att stå som symboler för det nya välfärdssamhälle som industrialisering och riklig kraft-tillgång förde med sig. Anläggningarna blev dessutom ofta mycket påkostade i såväl tekniskt som estetiskt hänseende.

I vattenkraftverket omvandlas det fallande vattnets kraft till rörelseenergi i en **turbin**. Denna driver en elektrisk **generator** som i sin tur omvandlar rörelseenergin till elektrisk ström. Om strömmen skall föras över längre avstånd höjs dess spänning till lämplig nivå i en **transformator**. Elkraften leds därefter bort från kraftverket i luftledningar eller kablar.

En hel del hjälputrustning finns också i kraftverket. Turbinens varvtal övervakas av en **turbinregulator**. För att växelströmsgeneratorn skall fungera måste den ha hjälpkraft i form av likström från en **magnetiserings-** eller **matarmaskin** (likströmsgenerator). I kraftverket finns också **kontroll-** och **skyddsutrustning**. Kontrollutrustningen brukar vara sammanförd till en **kontrolltavla**. Elsystemets strömbrytare, frånskiljare, transformator och skydd mot kortslutning, åska och andra störningar finns i regel samlade i ett **ställverk**. I kraftverk byggda före ca 1920 var ställverket i sin helhet antingen inrymt i själva maskinhuset eller i en tillbyggnad, **inomhusställverk**. Senare byggda ställverk har beträffande den utrustning som berör linjesidans spänning så gott som uteslutande utförts som **utomhusställverk**. Vattenkraftverk är sedan länge försedda med utrustning för automatisk drift eller fjärrkontroll. De flesta verken går därför obemannade.

Till vattenkraftverket hör en eller flera **dammbyggnader**. I dessa finns i regel öppningar för att antingen leda drivvattnet till turbinerna, **intag**, eller avbörda det vatten som inte kan utnyttjas, **utskov**. Båda slagen av öppningar stängs vanligtvis med **luckor**. Från dammen förs vattnet till turbinerna i **rännor, tuber, intagskanaler** eller **-tunnlar**. Sedan vattnet avgett sin energi återförs det till vattendraget i **utloppskanaler** eller **-tunnlar**.

Kraftverk med en effekt som understiger 100 kW brukar kallas **mikrokraftverk**. Om verken har en effekt mellan 100 och 1 500 kW kallas de för **minikraftverk**.

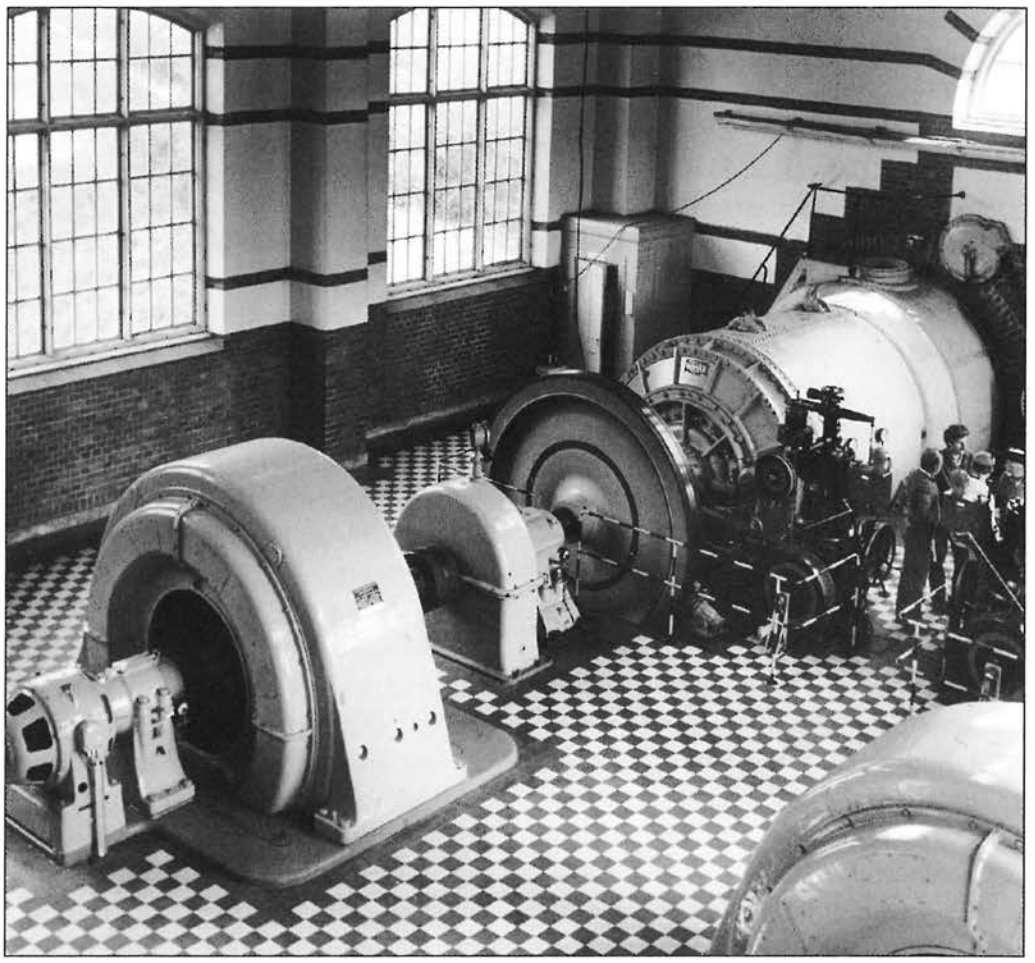
En riksomfattande kulturhistorisk inventering av svenska vattenkraftverk genomfördes åren 1989–1993 av Riksantikvarieämbetet och kraftindustrin. Inventeringen som avsåg kraftverk med effekt större än 50 kW och byggda före 1950 publicerades 1995 av Riksantikvarieämbetet i bokform under titeln *Elektriska vattenkraftverk. Kulturhistoriskt värdefulla anläggningar 1891–1950*. Inventeringen omfattade inte de ca 1 500 kraftverk vars effekt understiger 50 kW. Hit räknas framför allt flertalet av de bygdekraftverk som uppfördes från 1915 och något tiotal år framåt.

Landets första egentliga elektriska vattenkraftverk togs i drift 1885 vid Bofors i Timsälven. Den elektriska kraften var avsedd för belysning med likström av Bofors nyuppförda artilleriverkstäder. Det första kommunala elektriska vattenkraftverket tillkom 1888 vid Gådeå utanför Härnösand. Kraftverket lämnade likström till stadens gatubelysning. Kraftproduktionen hade inrättats redan 1885 men då i provisoriska lokaler.

Värmekraftverk

Till värmekraftverken räknas kraftverk där elproduktionen grundas på förbränning av **biobränslen** som torv och trä eller **fossila bränslen** som kol, olja och naturgas. I värmekraftverken används vattenånga som medium i omvandlingen av bränslets värmeenergi till primärmotorns rörelseenergi. Sådana värmekraftverk kallas därför gärna för **ångkraftverk**. Värmekraftverken kan också använda förbränningsmotorer (dieselmotorer, gasmotorer) eller gasturbiner som energiomvandlare, motsvarande benämningar blir då **dieselkraftverk** och **gasturbinkraftverk**. Den huvudsakliga skillnaden mellan vattenkraftverken och värmekraftverken är att vattenturbinen är primärmotor i de förra och värmemaskinen i de senare. Utrustning för den elektriska strömmens generering och hantering är däremot likadan i båda kraftverkstyperna.

På större orter har fjärrvärme blivit alltmer populär. Fjärrvärmeverken kombineras ofta med ångkraftverk där ånga först får driva en



Interiör från maskinhallen till Haby vattenkraftverk från 1915 i Slottsån (Viskan) med det ena av de två aggregatens turbin, generator, matarmaskin och regulator. Älvsborgs län. Foto B. Spade, 1989.

ångturbin och därefter lämna värme till ett fjärrvärmenät. En sådan anläggning kallas för **kraftvärmeverk**. Det förekommer också att enbart fjärrvärme produceras i centrala anläggningar, de kallas då för **värmeverk**.

Den första generationen elektriska kraftverk, eller **elektricitetsverk** (senare förkortat till **elverk**) som de kallades för, var i regel ångkraftverk med ångmaskiner som primärmotorer. I Sverige började sådana ångdrivna elverk anläggas på 1880-talet i både enskild och offentlig regi. Med rötter i 1700-talet var ångtekniken väl känd vid det här laget. Verken i städerna var i första hand avsedda att lämna ström till belysning på gator och torg, hos hantverkare och industrier samt i hemmen. De första mer betydande elverken för **allmän distribution**, d.v.s. vem som så önskade kunde ansluta sig som **abonnent** till ledningsnätet, tillkom 1884 i Göteborg, 1887 i Växjö, 1890 i Halmstad, Marstrand och Östersund, 1891 i Helsingborg och Sundsvall, 1892 i Askersund, Stockholm, Vadstena och Umeå samt 1894 i Borås och Söderhamn.

Under 1890-talet fick elverkens ångmaskiner konkurrens från den smidigare och effektivare **ångturbinen**. Efter endast några tiotal år hade så gott som samtliga ångmaskiner blivit utbytta mot ångturbiner. Några av ångturbinteknikens förgrundsmän var svenska ingenjörer. Uppfinnarna och industrimännen Gustaf de Lavals och bröderna Fredrik och Birger Ljungströms genialiska turbinkonstruktioner lade 1893 resp. 1913 (1908) grunden till två framgångsrika industriföretag, senare sammanslagna till STAL-LAVAL i Finspång. Ångturbinen är sedan lång tid allenarådande som primärmotor i ångkraftverken.

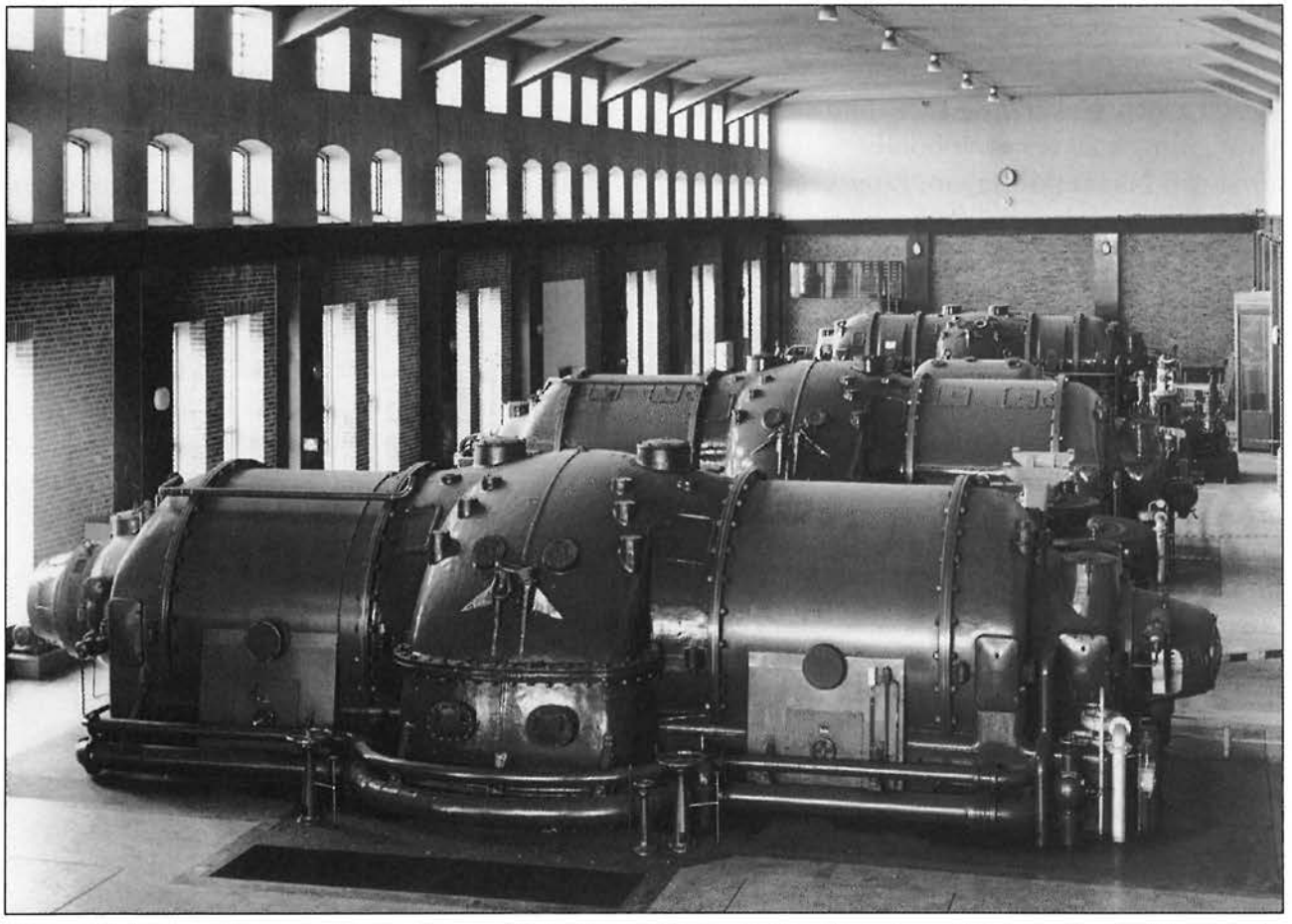
I elverken användes ursprungligen cylinderformade **ångpannor**, försedda med ett eller två grova rör, **flamrörspannor**, eller flera små rör eller tuber, **tubpannor**, där rökgaserna från eld-

staden passerade och värmde vattnet inne i pannan. Dessa panntyper är emellertid ganska trögreglerade och explosionsfarliga till följd av den stora vattenvolymen i pannan och de används inte gärna för högre ångtryck än 20 kp/cm^2 (ca 2 000 kPa). Mot slutet av 1800-talet började tubpannorna därför ersättas av **vattenrörpannor**, där vattnet leds genom eldstaden i en stor mängd fina rör. Vattenrörpannorna kan byggas mycket kompakta för höga tryck och stora effekter. Ångpannorna är ofta placerade i särskilda pannhus, som med sina högresta former och stora skorstenar är lätta att känna igen.

Dieselkraftverkets primärmotor är **dieselmotorn**, en förbränningsmotor uppfunnen av den tyske ingenjören Rudolf Diesel i början av 1890-talet. Licenstillverkning erhölls redan 1898 av det svenska företaget AB Diesels Motorer i Nacka som började bygga motorer för drift av industrier och elektriska generatorer. Flera svenska elektricitetsverk försågs med motorer från företaget, som 1917 bytte namn till AB Atlas Diesel. Landets största dieselkraftverk byggdes i Surahammar 1975 med en motor av fransk/svensk tillverkning. Verket är numera avställt efter ett haveri.

Kraftverk, drivna av **gasturbiner**, har låg investeringskostnad men hög driftkostnad, varför kraftverkstypen endast har kommit till användning som reservkraftverk med kort drifttid. De första gasturbinverken byggdes på 1950-talet i Varberg, Västervik och Gullspång. Därefter har några mycket stora gasturbinverk byggts under 1970- och 1980-talen, närmast avsedda att användas som reserv vid bortfall av kärnkraft, nätstörningar eller vid extrema spetsbelastningar, t.ex. under dagar med mycket sträng kyla i landets södra och mellersta delar.

Under perioden 1940–1970, då den svenska vattenkraftutbyggnaden var som intensivast, var intresset ganska lågt för värmekraftverken. Därefter har dessa fått en renässans, inte minst till följd av kärnkraftens inträde på energimarknaden.



Norra delen av den storslagna ångturbinhallen i Västerås Kraftstation, Västmanlands län. Kraftstationen, som byggdes i olika etapper mellan åren 1915 och 1952, är numera nedlagd och kommer att rivas. Foto B. Spade, 1995.

Kärnkraftverk

Kärnkraftverket är en speciell variant av ett ångdrivet värmekraftverk. Den värme som behövs för ångalstringen kommer här från en **kärnreaktor**. I reaktorn sker en kontrollerad sönderdelning av uran, en **kärnklyvning** eller **fission**, varvid enorma mängder värme utvecklas. Inne i reaktorkärlet finns en stor volym vatten som värms upp av processen och med vars hjälp värmeenergin leds ut ur reaktorn. Kärnreaktorn motsvarar således ångpannan i ett konventionellt ångkraftverk. Kärnkraftverk och kärnreaktorer kallades till att börja med för **atomkraftverk** och **atomreaktorer**.

Under 1930-talet hade kärnfysikerna studerat sambandet mellan massa och energi och teoretiskt funnit att oerhörda energimängder fanns bundna i materien. Starkt bidragande till dessa teorier var mycket tidiga arbeten av den tysk-amerikanske fysikern Albert Einstein. Under andra världskriget forcerades forskningen, särskilt i USA, kring kärnenergins civila och militära användning, något som 1942 ledde till den första fungerande reaktorn. Till följd av kriget inriktades dock intresset på ett militärt användande av kärnenergin, vilket 1945 resulterade i den förödande och omdiskuterade sprängningen av två atombomber över Hiroshima och Nagasaki i Japan. Efter kriget ledde utvecklingen på den civila sidan till att det första kärnkraftverket i full skala togs i drift 1956 vid Calder Hall i Storbritannien.

I Sverige intresserade man sig tidigt för kärnkraft och 1963 togs Ågesta kraftvärmeverk utanför Stockholm i drift. I Ågestaverket, med en termisk effekt av 65 000 kW, användes en **tungvattenreaktor**, vilken i viss utsträckning utvecklats i Sverige. En av tungvattenteknikens hörnstenar var att svenskt bränsle, uran från Ranstad utanför Skövde, skulle användas. Meningen var att Ågestaverket skulle vara en experimentanläggning, avsedd att ge erfarenhet för att bygga större kärnkraftverk. Ett sådant påbörjades också 1963 vid Marviken ("Projekt R4/Eva") på Vikbolandet öster om Norrköping. Man lyckades emellertid inte fullfölja den svenska utvecklingslinjen med tungvattenreaktor och hela Evaprojektet avbröts därför 1969. För att rädda något av investeringarna byggdes Marvikenverket om 1972–1974 till oljeeldat värmekraftverk och har därefter kallats för "världens enda oljeeldade kärnkraftverk." Samma år som det ombyggda Marviken togs i bruk lades experimentverket vid Ågesta ner av säkerhetsskäl.

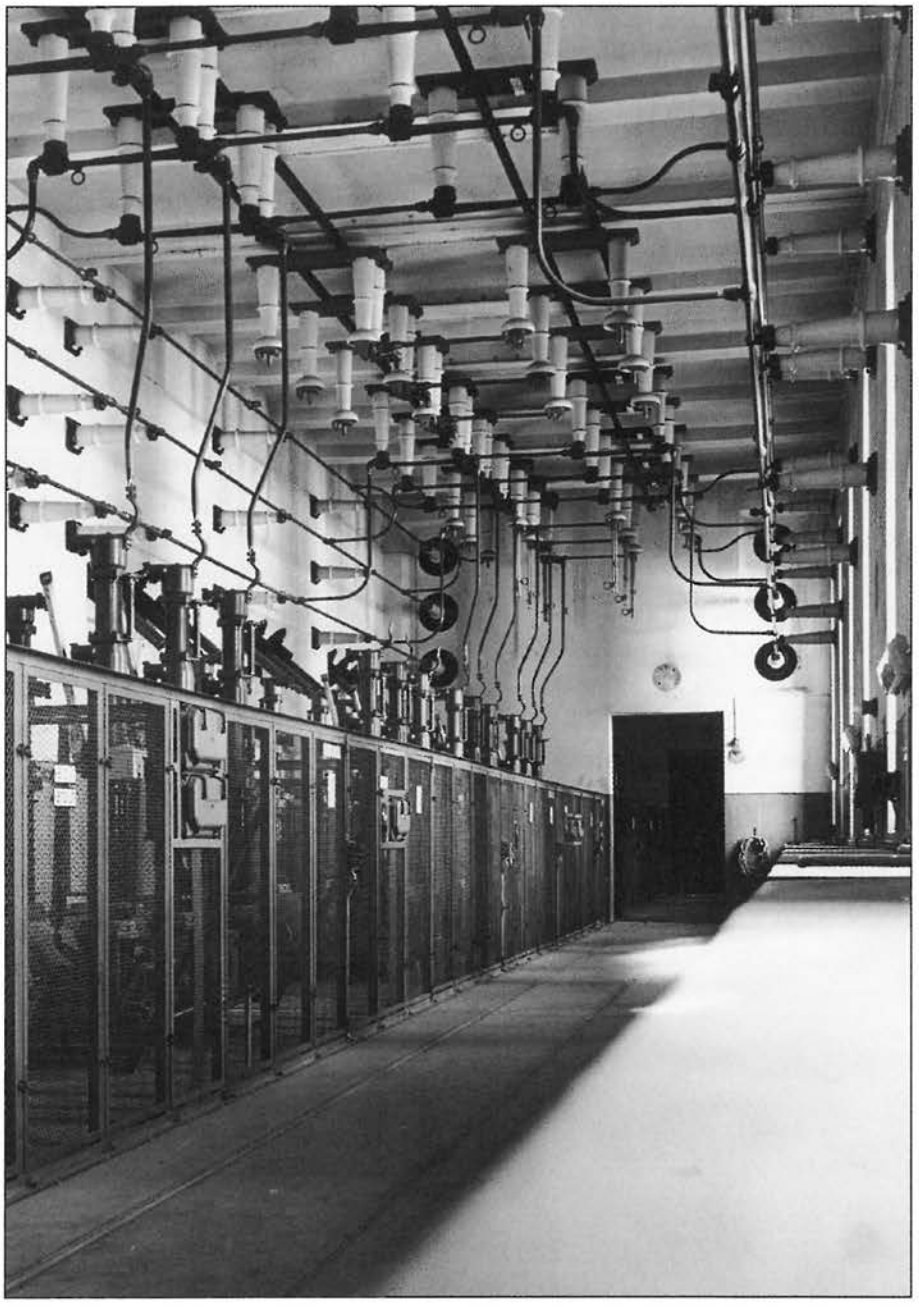
Den svenska energipolitiken hade emellertid inriktats mot att en omfattande utbyggnad av kärnkraft skulle ske sedan älvutbyggnaderna genomförts. När det visade sig att den svenska tungvattenreaktorn av tekniska skäl inte längre var värd att satsa på och att anrikat uran kunde köpas på världsmarknaden, valde man att arbeta med **lättvattenreaktorer**, utvecklade i USA och England. Reaktorerna utfördes efter två principer. I den ena, **kokarreaktorn**, bringas vattnet att koka inne i själva reaktorkärlet och den bildade ångan leds direkt till ångturbinen. Nackdelen med detta system är att ångturbinen besmittas av radioaktivitet, vilket försvårar arbetet med service och underhåll. Vid den andra principen använder man **tryckvattenreaktorer** som har så högt tryck att vattnet inte kokar. Det pumpas i stället över till en **ånggenerator** (värmeväxlare) utanför reaktorkärlet och värmer där vatten i ett externt system till kokning. Här berörs således inte ångturbinen av radioaktiv ånga. Båda reaktortyperna finns bland de tolv svenska kärnkraftverken.

Landets första kommersiella kärnreaktor startades 1972 vid Simpevarp utanför Oskarshamn. De övriga elva reaktorerna togs i drift 1974 och 1985 i Simpevarp; 1975, 1976, 1981 och 1985 i Ringhals norr om Varberg; 1975 och 1977 i Barsebäck mellan Malmö och Landskrona samt 1980, 1981 och 1985 i Forsmark norr om Östhammar i Uppland. Kärnkraftverken har mycket stora effekter, mellan 0,6 och 1,2 milj kW per reaktor. De tolv reaktorerna producerar årligen ungefär lika mycket elkraft som alla svenska vattenkraftverk tillsammans.

År 1990 fanns 206 kärnkraftreaktorer i drift i Europa och 69 var under byggnad. Flest reaktorer hade Frankrike med 49 i drift och tolv under byggnad samt Storbritannien med 40 resp. 2. Samma år fanns för övrigt 19 stängda reaktorer i Europa, däribland den katastrofdrabbade Tjernobylreaktorn i Ukraina.

Transformatorstationer

På varje plats i ledningsnäten där avtappning av kraft skall ske till lägre spänning anordnas



Öppet inomhusställverk (primärstation) för 70 000 volt vid Västerås Kraftstation med isolatorer, skenor, frånskiljare och brytare i ett välordnat system. Foto B. Spade, 1995.

transformatorstationer. Beroende på spänningsnivåer och kraftbehov kan stationerna utföras i hela skalan från enkla stolpmonterade transformatorer till väldiga bergrums- eller utomhusanläggningar.

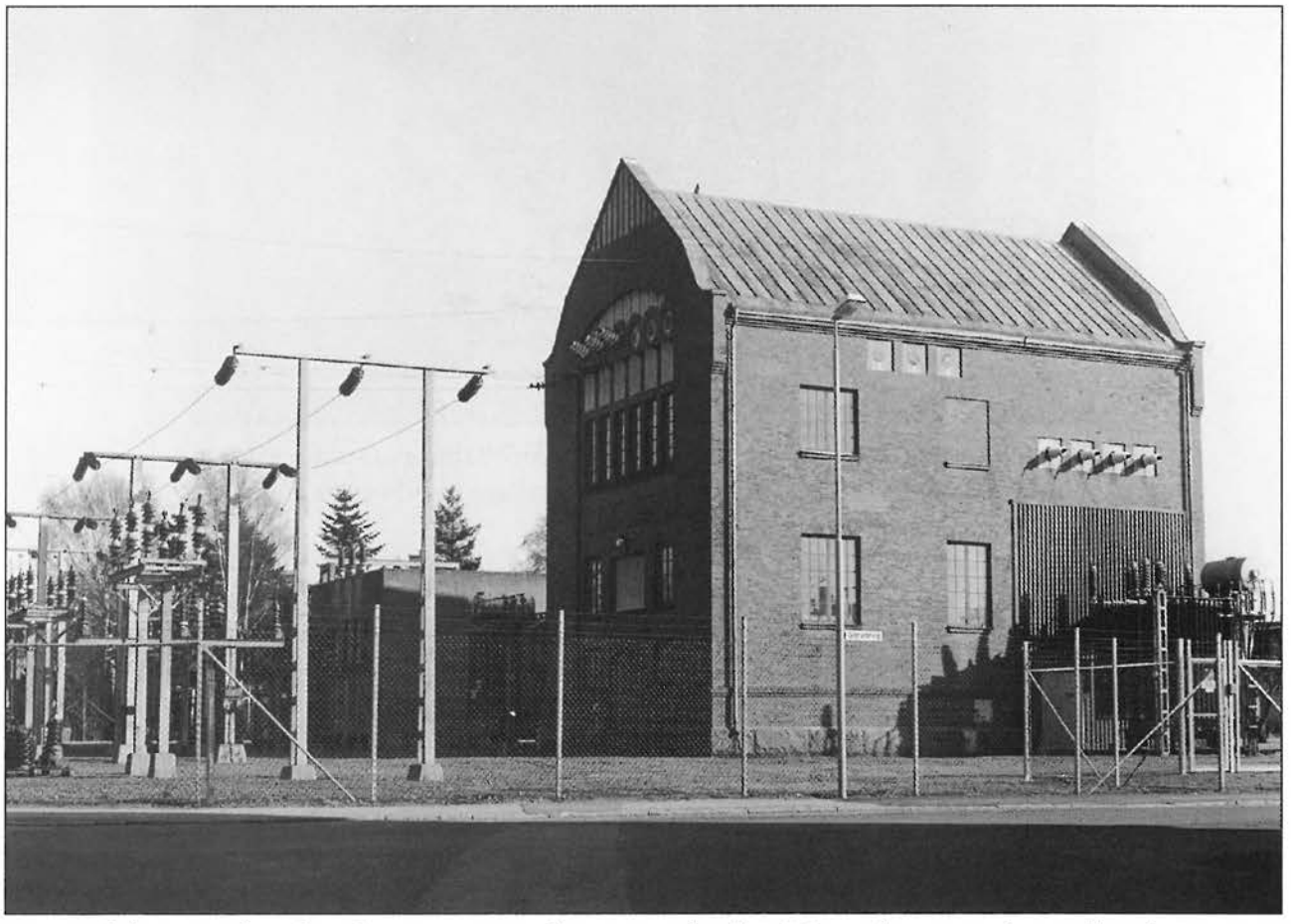
Själva **transformatorn**, där förändringen sker från en spänning till en annan, består av en järnkärna som är omgiven av elektriska spolar. Kärna och spolar är vanligtvis nedsänkta i ett kärl med olja, vilken har en isolerande och kylande funktion. I transformatorstationen finns oftast även omkopplings- och bortkopplingsutrustning; utrustning som skyddar mot bl.a. brand, kortslutning och åska samt **mätutrustning** för att exempelvis mäta effekt och spänning. Bortkopplingsutrustningen kan vara av två slag, **frånskiljare** och **brytare**. Frånskiljaren är en slags enkel strömbrytare, vilken normalt endast kan användas vid brytning av obelastad linje. Om linjen är belastad uppkommer lätt en ljusbåge, d.v.s. strömmen fortsätter att passera det öppnade brytstället genom att le-

das genom luften. Ljusbågar kan orsaka svåra skador på personal och utrustning. I brytaren har man löst detta genom att t.ex. sänka ner brytstället i olja, **oljebrytare**, eller låta en kraftig luftström blåsa ut ljusbågen, **tryckluftbrytare**.

Tidigare var alla transformatorstationer och ställverk inrymda i särskilda byggnader med ett karaktäristiskt utseende. Eftersom anslutande ledningar måste föras till och från byggnaderna på föreskriftsenlig beröringsfri höjd fick de en tornliknande form. Dessutom har byggnaderna nästan inga fönster, beroende på att stationerna endast är bemannade korta tider vid manöver, service och underhåll.

Landets första transformatorbyggnader uppfördes av trä. Förebilden till dessa var de flyttbara transformatorkurar som användes vid Grängesbergs gruva redan 1893 i landets första kraftöverföring med trefas växelström. Till följd av brandfaran gick man emellertid snart över till tegel och betong. Teglet gav dessutom byggnaderna en viss status, vilket inte minst var viktigt när transformatorstationer skulle byggas i de större tätorterna. När den allmänna landsbygdselektrifieringen kommit i gång, började man dock av ekonomiska skäl åter använda träbyggnader till tertiär- och kvartärstationer, särskilt i de mer skogrika delarna av landet.

De större sekundärstationerna fick vanligen ett framträdande läge i den övriga bebyggelsemiljön och byggnaderna formgavs därför ofta exteriört av arkitekter. Särskilt uppmärksammade i detta avseende har Vattenfalls sekundärstationer på de forna Trollhätte- och Älvkarlebynäten blivit. På mindre orter och på landsbygden, där kraftbehovet inte var så stort, var transformatorstationer av tertiär- eller kvartärtyp oftast tillräckliga. Utrustningen i dessa krävde inte samma volym som i sekundärstationerna och de blev därför betydligt mindre i omfång. Byggnaderna har inte heller samma påkostade och individuella utformning utan är mer funktionella och vanligtvis byggda efter typritningar.



Yngeredsfors Krafts sekundärstation i Varberg togs i bruk 1908 med ett inomhusställverk. Byggnaden är i dag landets äldsta sekundärstation i drift. Anläggningen har senare utvidgats med utrustning som placerats utomhus. Foto B. Spade, 1995.

Under 1920-talet hade olyckor med bränder och personskador i transformatorstationerna blivit allt mer uppmärksammade. Detta ledde till att utvecklingen kom att gå två vägar. Den ena innebar att transformatorer, brytare och annan utrustning efter amerikansk förebild började utföras vädertåliga och ställdes upp i inhägnade utomhusställverk. Vid de tillfällen då man av platsskäl inte kunde ha utrustningen utomhus tvingades man i inomhusställverken utföra den på ett sådant sätt att riskerna minimerades. Detta innebar att den tidigare öppna och oskyddade uppställningen ändrades till ett kapslat eller brandskyddat utförande. Senaste steget i utvecklingen av inomhusanläggningar togs under 1970-talet då högspänningsutrustning började monteras i gastäta inkapslingar, fyllda med den isolerande och icke brännbara gasen svavelhexafluorid, SF_6. Sådana **gasisolerade ställverk** upptar endast ca en tiondel så stor volym som en konventionellt skyddad utrustning.

Kraftledningar

Elförsörjningssystemets allra mest iögonenfallande anläggningar är utan tvekan kraftledningarna. Inne i tätorterna ser man kanske numera inte så mycket av dem; där ligger de nedgrävda som jordkablar under gator och trottoarer. Ute på landsbygden finns de däremot i luften överallt där människor bor och verkar. Särskilt påtagligt är detta ute på de stora jordbruksslätterna där ledningar kan bilda ett till synes planlöst virrvarr av linor och stolpar. Här och var i mindre tätorter kan man också fortfarande se kraftledningar med stolpar i varje gathörn.

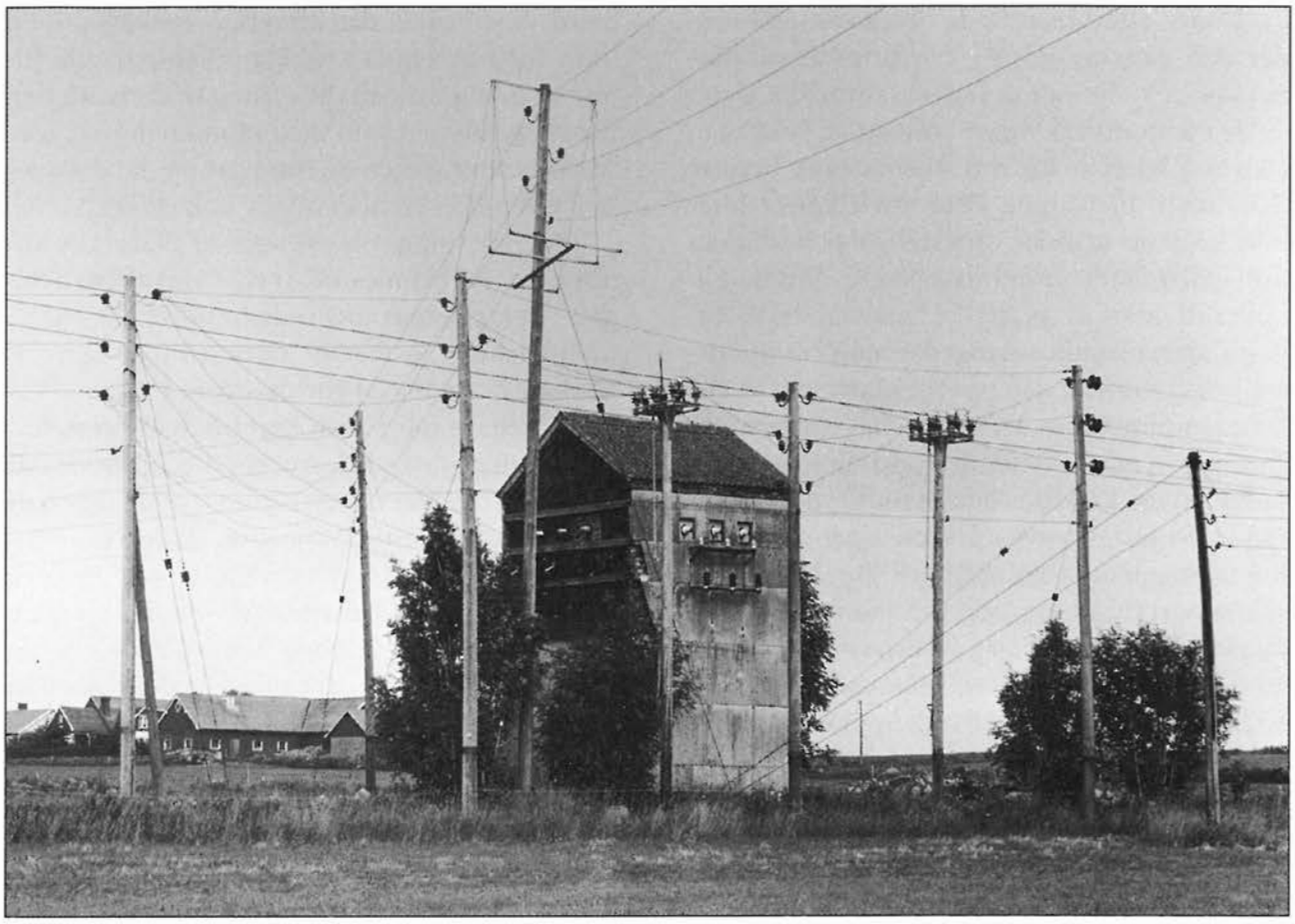
Själva ledningarna består vanligtvis av oisolerade **linor** av järn, koppar eller aluminium, fästa vid **stolparna** med **isolatorer**. Linorna som alltid hänger ner i spannen mellan stolparna måste ha ett minimiavstånd över marken, vilket är noga föreskrivet i elsäkerhetsbestämmelserna.

I kraftledningarna uppvisar stolparnas utformning en synnerligen stor variation. Stolparna har olika konstruktion och utseende, i första hand beroende på vilken driftspänning linjen har, men också när de är byggda och var i landet de står. Än kan det vara en obetydlig gårdslinje utmed den slingriga ägovägen – en linje med en smula krokiga trästolpar som lutar en aning hit och dit –, än kan det vara den stora stamlinjen som med monumentala fackverksmaster plöjer sig fram genom landskapet mil efter mil i en obetvinglig och spikrak linje.

Kraftledningarnas stolpar är placerade antingen som **raklinjestolpar** eller **vinkel/brytstolpar**. **Enkelstolpar** används framför allt vid de mindre linjerna medan **portalstolpar** och **H-stolpar** är vanligast för de större linjerna. Vid dessa senare står två stolpar bredvid varandra, förbundna med en horisontell regel som bär upp linorna. När mycket stora stolpar används kallas de för **torn** eller **master**. Under 1980-talet har även en ny typ stolpar börjat byggas, vilka ser ut som en triangel som står på sin spets, **T-stolpen**. I denna hängs linorna så att en triangel bildas, vilket minskar det elektriska fältets styrka runt ledningen. T-stolparna och de största portalstolparna hålls uppe av stag, övriga stolptyper är oftast nedgrävda och står själva.

Materialet i stolparna är trä, stål eller betong. **Trästolpar** användes redan i de allra första kraftledningarna och är fortfarande det vanligaste stolpmaterialet i Sverige. Ursprungligen var stolparna oimpregnerade och hade då en livslängd av 10–15 år. Efter sekelskiftet 1900 började man **tryckimpregnera** dem med **kreosotolja**, utvunnen ur stenkolstjära, varvid livslängden ökade till 40–50 år. Kreosotimpregnerade stolpar kallas i dagligt tal för **bruna stolpar**. Under 1930-talet började man även impregnera ledningsstolpar med **arseniksalt** enligt en metod som utvecklats av det svenska Bolidenbolaget. Sådana stolpar kallas **gröna stolpar**.

När ledningarna i början av 1900-talet blev grövre började man av vinkelprofiler bygga **stolpar i stålfackverk**. Vattenfalls och Sydkrafts första stamlinjer, Trollhättan–Skara från 1908, resp. Knäred–Malmö, byggd 1909, utfördes för 50 000 volt med fackverksstolpar av stål. Stolparna i Skaralinjen ersattes efter drygt 80 år med trästolpar medan delar av Malmölinjen fortfarande står kvar. De flesta av landets efterkommande stamlinjer har byggts med master, torn, portal-, vinkel- eller H-stolpar i stålfackverk. Ursprungligen **rostskyddades** stålstolparna genom **målning** med mönja och pan-



Vintergårdens tertiärstation i Hunnestad, Varbergs kommun, Hallands län. Numera riven. Foto B. Spade, 1983.

sarfärg. De ständigt återkommande ommålningarna ledde till att man under 1940-talet övergick till att **varmförzinka** alla stålkonstruktioner med ett förväntat ytskydd av minst 40 år.

Under första världskriget ledde metallbristen i framför allt Tyskland till en snabb utveckling av konsten att beräkna och tillverka byggnadskonstruktioner av **armerad betong**. Tyskarna utvecklade då bl.a. en teknik att tillverka stora kraftledningsstolpar i det nya materialet. År 1921 knöt Vattenfall ihop sina Trollhätte- och Älvkarlebynät med en kraftledning via Västerås ångdrivna reservkraftverk. Mellan Trollhättan och Västerås kallades kraftledningen, som var avsedd för 220 000 volt, för *Västra stamlinjen* och den var då landets största och längsta linje. Till kraftledningens portalstolpar användes både fackverksstolpar av stål och tyska **betongstolpar** (Dyckerhoff & Widman AG, Dresden). Västra stamlinjen står kvar än i dag och gör sig särskilt påmind för bilresenärer som kör sträckan Töreboda–Hova–Laxå. Linornas osymmetriska upphängning i linjen beror på att denna projekterades för att bära en aldrig utförd dubbellinje med ytterligare en stolpe.

Betongstolpar kom även till användning i stor utsträckning vid elektrifieringen av GDG-koncernens järnvägssträcka Göteborg–Falun–Gävle åren 1939–1946. Här försågs den 27 mil långa sträckan Daglösen–Gävle, byggd under de besvärliga materialbriståren 1943–1945, med stolpar av **strängbetong** (betong med förspänd armering).

Under efterkrigstiden har kraftledningarnas stolpar genomgående byggts i trä eller stålfackverk fram till början av 1990-talet då betongstolpar åter börjat användas.

Litteratur

Brunnström, L. & Spade, B. Från Elektra till Axelfors. *På tal om energi: Ett sekel med energi i Borås.* Borås 1994.

Brunnström, L. & Spade, B. Elkraft och kraftverk 1892–1992. *Västerbotten* nr 3, 1992.

Brunnström, L. & Spade, B. *Elektriska vattenkraftverk.* Stockholm 1995.

Hjulström, Filip. *Sveriges elektrifiering.* Uppsala 1940.

Spade, B. & Brunnström, L. & Grundmark, B. *Kraftöverföringen Hellsjön–Grängesberg: En 100-årig milstolpe i kraftteknikens historia.* Ludvika 1993.

Ordlista

abonnent *58*
allmän distribution *58*
armerad betong *64*
arseniksalt *63*
atomkraftverk *60*
atomreaktor *60*
betongstolpe *64*
biobränslen *57*
brun stolpe *63*
brytare *61*
brytstolpe *63*
dammbyggnad *57*
dieselmotor *59*
dieselkraftverk *57*
elektricitetsverk *58*
elverk *58*
enfasig växelström *56*
enkelstolpe *63*
fission *60*
flamrörspanna *58*
fossila bränslen *57*
frånskiljare *61*
gasisolerat ställverk *63*
gasturbin *59*
gasturbinkraftverk *57*
generator *57*
grön stolpe *63*
H-stolpe *63*
inomhusställverk *57*
intag *57*
intagskanal *57*
intagstunnel *57*
isolator *63*
kokarreaktor *60*
kontrolltavla *57*
kontrollutrustning *57*
kraftledning *63*
kraftstation *56*
kraftverk *56*
kraftvärmeverk *58*
kreosotolja *63*
kvartärstation *56*
kärnklyvning *60*
kärnkraftverk *56*
kärnreaktor *60*
lina *63*
lokallinje *56*
lucka *57*
lättvattenreaktor *60*
magnetiseringsmaskin *57*
maskinhall *56*
maskinhus *56*
maskinrum *56*
maskinsal *56*
mast *63*
matarmaskin *57*
mikrokraftverk *57*
minikraftverk *57*
måla *63*
mätutrustning *61*
oljebrytare *62*
pannhus *56*
portalstolpe *63*
primärlinje *56*
primärstation *56*
raklinjestolpe *63*
regionlinje *56*
rostskydda *63*
ränna *57*
sekundärlinje *56*
sekundärstation *56*
skyddsutrustning *57*
stamlinje *56*
strängbetong *64*
stolpe *63*
stolpe, stålfackverk *63*
ställverk *57*
ställverksbyggnad *56*
tertiärstation *56*
torn *63*
transformator *57*
transformatorstation *61*
trefasig växelström *55*
tryckimpregnera *63*
tryckluftbrytare *62*
tryckvattenreaktor *60*
trästolpe *63*
T-stolpe *63*
tub *57*
tubpanna *58*
tungvattenreaktor *60*
turbin *57*
turbinregulator *57*
utloppskanal *57*
utloppstunnel *57*
utskov *57*
utomhusställverk *57*
varmförzinka *64*
vattenkraftverk *56*
vattenrörpanna *59*
vinkelstolpe *63*
värmekraftverk *56*
värmeverk *58*
ånggenerator *60*
ångkraftverk *57*
ångmaskin *56*
ångpanna *58*
ångturbin *58*

Mer att läsa

Litteraturlistan innehåller ett **begränsat** urval av den stora mängd skrifter som behandlar ämnesområdet. Urvalet avser kompendiets tema.

Ahnlund, M., 1980: *Sågverken (Äldre industrier och industriminnen vid Umeälvens nedre del.)* Umeå.

Albinsson, G., 1961: *Svensk verkstadsindustri. Struktur och utvecklingstendenser.* Stockholm.

Arcadius, K. och Åsander, K.J., 1976: *Västerbottnisk sågverkshistoria* (Västerbotten 1976:1–2).

Arpi, G., Hjulström, Lövgren, 1955: *Sundsvallsdistriktet 1850–1950.*

Arpi, G., 1959 (red): *Sveriges skogar under 100 år.* Kungl. Domänstyrelsen. Avdelning II. Skogens utnyttjande.

Berglund, B., 1989: *Gjutjärnets tidsålder del II.*

Fritz, M., 1989: *Gjutjärnets tidsålder del I. Svensk järngjutning fram till 1800-talets mitt.*

Fägerborg, E., 1996: *Miljoner och my. Kunskapssyn och tänkande på en verkstadsindustri.* Nordiska museet. Stockholm.

Gårdlund, T., 1945: *Bolinders en svensk verkstad.* Stockholm.

Gårdlund, T., 1942: *Industrialismens samhälle.* Stockholm.

Hallendorff, H., 1967: *Slagsten och automat: Bilder från verktygsmaskinens utveckling.* Stockholm.

Isacson, M. och Magnusson, L., 1983: *Vägen till fabrikerna. Industriell tradition och yrkeskunnande i Sverige under 1800-talet.*

Isacson, M., 1990: *Verkstadsindustrins arbetsmiljö: Hedemora Verkstäder under 1900-talet.* (Det svenska arbetets historia V) Arkiv förlag, Lund.

Jansson, J. O., 1987: *Bilder från verktygsmaskinens utveckling.* Stockholm.

Linder, E.: *Den svenska mekaniska verkstadsindustriens utveckling intill krigsutbrottet.* Utredning verkställd på uppdrag av tull- och traktatskommittén SOU 1923:31. Finns aningen reviderad som "den mekaniska verkstadsindustrins utveckling under årtiondena närmast före världskriget" i *Kring industrialismens genombrott i Sverige.* Ragnhild Lundström, red. (Stockholm 1966).

Magnusson, L., 1987: *Arbetet vid en svensk verkstad. Munktells 1900–1920.*

Molin, H., 1948 (red): *Ur Köpings mekaniska verkstads historia 1856–1942: Carl Otto Hallström-Omar Hallström.* Köping.

Nisser, M., 1979 (red): *Industriminnen.* Stockholm.

Runfors, A., 1990: *Här gör vi generatorer – arbete, tradition och förändring på ABB Generation.* Västmanlands läns museum. Västerås.

Rydberg, S., 1989 (red): *Svensk Teknikhistoria.*

Rydén, J., 1964: *Från bajonettsmeder till plastfabrikörer. Småindustrin i Gnosjö–Anderstorpsområdet och dess historia.* Småländska kulturbilder 1964.

Sahlholm, B., 1978: *Mekaniska verkstadsbyggnader under 1800-talet.* TRITA-HOT 2002. KTHB.

Sandqvist, I-B., 1979: IVA-meddelande 227. *Litteratur om svenska industriföretag.*

Schön, L., 1985: *Industrialismens förutsättningar.*

Sundin, B., 1987 (red): *I teknikens backspegel.*

Sveriges Industriförbund, 1992: *Sveriges Industri, sjunde utgåvan.* (Den första utgåvan kom 1925.)

Sveriges Nationalatlas, 1994: *Kulturlandskapet och bebyggelsen.*

Sveriges Nationalatlas, 1995: *Industri och service.*

Wik, H., 1950: *Norra Sveriges sågverksindustri från 1800-talets mitt fram till 1937.*

Wikström, E., 1995: *Industrimiljöer på landsbygden.* Riksantikvarieämbetet.

Arbetsliv och konsumtionsmönster

Såväl den fysiska miljön – byggnader och teknisk utrustning – som den sociala miljön kräver dokumentation. För denna krävs, som redan nämnts, kunskap. Museerna har genom Samdok ett viktigt organ för den etnologiska dokumentationen. Eftersom detta kompendium inte behandlar denna aspekt ger vi här uppgifter på några skrifter som belyser frågor av detta slag.

Verbalt. Visuellt. Manuellt. *Om museernas dokumentation och insamling.* Red. Silvén-Garnert, E. Stockholm Nordiska museet/Samdok 1991.

Tumme med tingen. *Om det materiellas roll i museernas samtidsdokumentation.* Red. Silvén-Garnert, E. Nordiska museet/Samdok 1992.

Muntliga möten. *Om intervjuer i museernas samtidsdokumentation.* Red. Silvén-Garnert, E. Nordiska museet/Samdok 1993.

Text i tryck. *När fältmaterial blir publikation.* Red. Silvén-Garnert, E. Nordiska museet/Samdok 1995.

Projektet *Material i industriminnen*

Vård och underhåll av processutrustning och processanläggningar i industriminnen

Bakgrund

Industriminnen är kulturhistoriskt värdefulla monument, som speciellt representerar den tekniska utvecklingen och dess konsekvenser inom en rad olika områden. Till sin karaktär skiljer sig dessa från de byggnader, som kulturminnesvården tidigare huvudsakligen har erfarenhet av. Detta har tagit sig uttryck i de vårdinsatser, som vanligen gjorts.

Traditionella byggnadsvårdande insatser har genomförts, men i övrigt har endast begränsade, ibland olämpliga, åtgärder vidtagits. Ibland har problemet med inredning och utrustning överlämnats till konsulter, byggfirmor eller lokala eldsjälar, med varierande resultat.

Dessa anläggningar har, vid sidan av det kultur- och teknikhistoriska värdet, ett speciellt intresse från materialteknisk synpunkt. Industrianläggningar består av ett flertal konstruktioner med olika funktion och av olika material, vilka tillsammans utgör anläggningen.

En byggnad omsluter vanligen en eller flera produktionsanläggningar, vilka dels kan vara av på platsen uppförda byggnadsverk såsom ugnar eller härdar, dels kan utgöras av maskiner vilka konstruerats på annat håll och monterats på platsen.

Gemensamt för dessa konstruktioner är att de utgör element i en produktionsenhet och att de utsätts för påkänningar, som vanliga byggnadskonstruktioner aldrig utsätts för. Det innebär i sin tur, att de ingående materialen också utsätts för speciella påkänningar, vilka skiljer sig från vad man är van vid inom byggnadsvården generellt. De olika materialen kan bildlikt ses som länkar i kedjor, som tillsammans bildar konstruktionerna. Varje länk i kedjan har en bärande funktion. Varaktigheten hos tegel, bärande järnkonstruktioner, murinfodringar etc. är avgörande för vilka delar som, ensamma eller tillsammans, skall överleva eller falla samman.

Påfrestningarna är mekaniska, termiska och inte minst kemiska. Anläggningarna är ofta utsatta för höga temperaturer och dessutom stora svängningar i temperaturerna, som i hyttor och smedjor. Atmosfären har vanligen varit förorenad under anläggningarnas aktiva tid, inte minst av svavelföroreningar och fasta partiklar i form av damm och sot. De mekaniska belastningarna är i många typer av anläggningar omfattande, t.ex. roterande vattenhjul eller turbiner i kvarnar och sågar, kraftverk och smedjor, olika typer av hammare i hammarsmedjor eller valsar i råskeneverk o.s.v.

Eftersom materialen i industribyggnaderna har varit och är speciellt utsatta för påfrestningar av olika slag, är det särskilt intressant att närmare studera hur olika material påverkas, dels av den miljö de tidigare befunnit sig i, dels av den förändring i miljö det inneburit att verksamheten lagts ned. Intresset från teknisk synpunkt omfattar alla material, t.ex. järn och stål, tegel och murbruk i ugnar, härdar och varmapparater, mässing och andra kopparlegeringar, järn och stål, färg och lack i t.ex. kraftverkens maskiner.

Det är viktigt att ha klart för sig, att en industrianläggning inte bara är ett antal byggnader, utan ett flertal konstruktioner med bestämda funktioner. Förståelsen för dessa konstruktioners funktion, och de påfrestningar processerna utsatt materialen för, är avgörande för om anläggningarna skall kunna bevaras.

Projektbeskrivning

Projektet innebär kunskapsuppbyggnad avseende materialproblem i industriminnen, med inriktning på karaktärisering av material och skador på material och konstruktioner, samt studier av lämpliga åtgärder för bevarande och därmed förknippade kostnader på kort och lång sikt.

Projektet är inriktat på att bevara processanläggningar och byggnadskonstruktioner som är relaterade till processanläggningar, och har tillkommit inom ramen för anslaget för motverkande av luftföroreningars skadeverkningar på kulturminnen.

Presentation av projektet

Projektarbetet inleddes våren 1992 med en studieresa genom Bergslagen, från Uppland i öster till Värmland i väster (Rapport RIKa 92-056, Materialtillstånd i industriminnen, november 1992). Framför allt besöktes järnhanteringens lämningar. Avsikten var att undersöka vilka typer av skador som var vanliga i anläggningar av detta slag, samt att få en uppfattning om problemets omfattning. Det var även av värde att träffa ansvariga på olika nivåer, från länsantikvarier och museifolk till hyttfogdar och representanter för hembygdsföreningar, inte minst för att få deras syn på behovet av centralt stöd i praktiska, tekniska frågor.

Vid denna resa framkom tydligt att de vanligaste skadorna var orsakade av materialnedbrytning, som rostande lancashirehärdar, ankarjärn och järnband på masugnar, saltutfällningar på murade rostugnar och gnistkamrar med vittrande tegel som följd o.s.v.

Riksantikvarieämbetet har av regeringen fått uppdraget att ta fram ett handlingsprogram för bevarande, vård och långsiktig förvaltning av landets industriminnen, vilket skall redovisas senast 1 juli 1996. Vid sidan av dokumentations- och prioriteringsfrågor för bevarande, som hanteras av andra enheter inom RAÄ, är de praktiska och ekonomiska förutsättningarna för bevarande och framtida underhåll av de materiella lämningarna av industriarvet bland de viktigare frågorna att hantera.

Industriminnesprojektet drivs inom Antikvarisk-tekniska avdelningen (tidigare Institutionen för konservering) med följande syfte:

att kartlägga de materialproblem, som finns i industrianläggningar, vilka kan bli föremål för bevarandeinsatser. Framför allt gäller det övergivna anläggningar.

att karaktärisera olika typer av skador och om möjligt utreda skadeorsakerna.

att utarbeta metoder att undanröja de vanligaste skadeorsakerna, åtgärda skador samt förebygga kommande skador.

att utforma arbetsmetoder för åtgärder på hela anläggningar och ta fram underlag för projekteringar och kostnadsberäkningar av vård- och restaureringsinsatser.

att utveckla rutiner för planering och kostnadsberäkning av löpande underhåll.

Beträffande vården av byggnader och därmed sammanhängande materialproblem, är kunskapsläget någorlunda gott. Man måste dock hålla i minnet, att industribyggnad är något annat än traditionell husbyggnad. Det handlar ofta mer om ingenjörsbyggnadskonst än om arkitektur i vanlig bemärkelse.

Det är även av vikt att, vid tillståndsbeskrivningar av enskilda processanläggningar, som ugnar eller smideshärdar, ha en helhetssyn på industribyggnaden eller -komplexet, eftersom byggnadens konstruktion och utformning, dess placering i topografin, grundarbeten och maskinfundament under marknivå m.m., påverkar den enskilda anläggningens tillstånd och dess fortsatta överlevnadsmöjligheter. Det är följaktligen omöjligt att studera en enskild maskinkonstruktion och ta ställning till ett åtgärdsprogram för maskinen, utan att de yttre förutsättningarna för det kommande bevarandet är klarlagda. Det är heller inte förenligt med god ekonomi att företa åtgärder, som saknar eller har otillräckliga förutsättningar att leda till varaktiga resultat.

De stora kunskapsluckorna finns när det gäller processanläggningar och byggnadskonstruktioner, som utgör en direkt del av den industriella driften. Studieresan genom Bergslagen 1992 hade till syfte att ge en bild av de mest frekventa, och för bevarande mest allvarliga, skadorna som förekommer inom bergshanteringens anläggningar.

För att bygga upp kunskaper på området och för att uppfylla de formulerade målen genomförs arbetet på i huvudsak på två sätt, nämligen genom:

att samla in kunskap och erfarenhet inom området, och bygga upp ett kontaktnät vad gäller samarbetspartners på olika nivåer och med olika kompetens. Detta sker genom att, inom den praktiska industriminnesvården, bistå den regionala organisationen med kunskaper om material, deras karaktärisering, vittring eller korrodering, förklaring av skadors uppkomst och troliga anledning, samt föreslå metoder och material vid åtgärder.

att genomföra egna insatser. Under våren 1994 inleddes arbeten i lancashiresmedjan i Karlholms bruk. Det har bedrivits järnframställ-

Lancashiresmedjan i Karlholms bruk. Foto Mille Törnblom, RAÄ.

ning och bearbetning på platsen sedan 1700-talet. Här har tidigare funnits såväl masugn som vallonsmedja, med de markföroreningar, som detta lämnat efter sig.

Restaureringen av lancashiresmedjan i Karlholms bruk – syfte och omfattning

För att få möjligheter att bedöma vilka åtgärder som är användbara för att uppnå önskade syften, samt för ökade kunskaper om kostnader för olika typer av åtgärder, har ett praktiskt inriktat pilotprojekt genomförts på en av de anläggningar, som studerades vid skadeinventeringen 1992. Som studieobjekt valdes lancashiresmedjan i Karlholms bruk i Västlands socken i Uppland, som var i verksamhet mellan åren 1882 och 1936.

Objektet valdes eftersom här finns ett flertal av de problem, som uppträder i anläggningar av denna typ: stora fuktproblem i golven med åtföljande korrosionsskador på metaller och fuktvandring med saltutfällningar på golv och i murverk, speciellt på sådana, som utsatts för höga temperaturer under drift. Skador från tidigare läckande tak. Rötskadat trä i anslutning till vattenhjul med hjulgrav, liksom under hammare.

I dag är byggnaden väl underhållen och i sådant skick att förutsättningarna för ett lyckat resultat av insatser på processanläggningarna är goda.

I samband med detta arbete har också förslag till utformning av principiella, såväl som detaljerade, regler för åtgärder diskuterats och på försök tillämpats.

De riktlinjer, som principiellt skall gälla vid åtgärder på enskilda anläggningar, behöver utformas. Huvudprincipen, att inte göra för stora ingrepp, gäller naturligtvis även i detta sammanhang, liksom att traditionella material och metoder skall användas i så stor utsträckning som möjligt. De enskilda delarna, i de anläggningar man har att göra med i industrisammanhang, var ofta förbrukningsmaterial vid den ursprungliga användningen. Vissa processanläggningar kan vid nedläggning ha varit i ett sådant tillstånd att de i stort sett var förbrukade. Följande årtionden av dålig miljö och

obefintligt underhåll kan ha resulterat i förstörelse av enskilda detaljer i anläggningen, medan andra delar klarat sig bättre.

Principer för när man väljer rengöring och ytbehandling, lagning och restaurering eller rekonstruktion och nytillverkning av enskilda delar eller helheter behöver ingående tänkas igenom och utformas.

Arbetena inom projektet Karlholms bruk omfattar följande moment:

Studier

1. Sökning i bild- och filmarkiv för referensmaterial avseende materialstatus.
2. Sökning i text- och ritningsarkiv för information om nuvarande och tidigare konstruktioner. Vad finns under de nuvarande anläggningarna?
3. Detaljstudier och dokumentation av skador och korrosionsangrepp och relationen till verksamhetens lokalisering i byggnaden.
4. Detaljstudier av fuktens utbredning och transportvägar i anläggningens delar.
5. Detaljstudier av skadeutbredning på lös utrustning.
6. Försök till bedömning av korrosions- och nedbrytningshastigheten på olika delar av utrustningen.

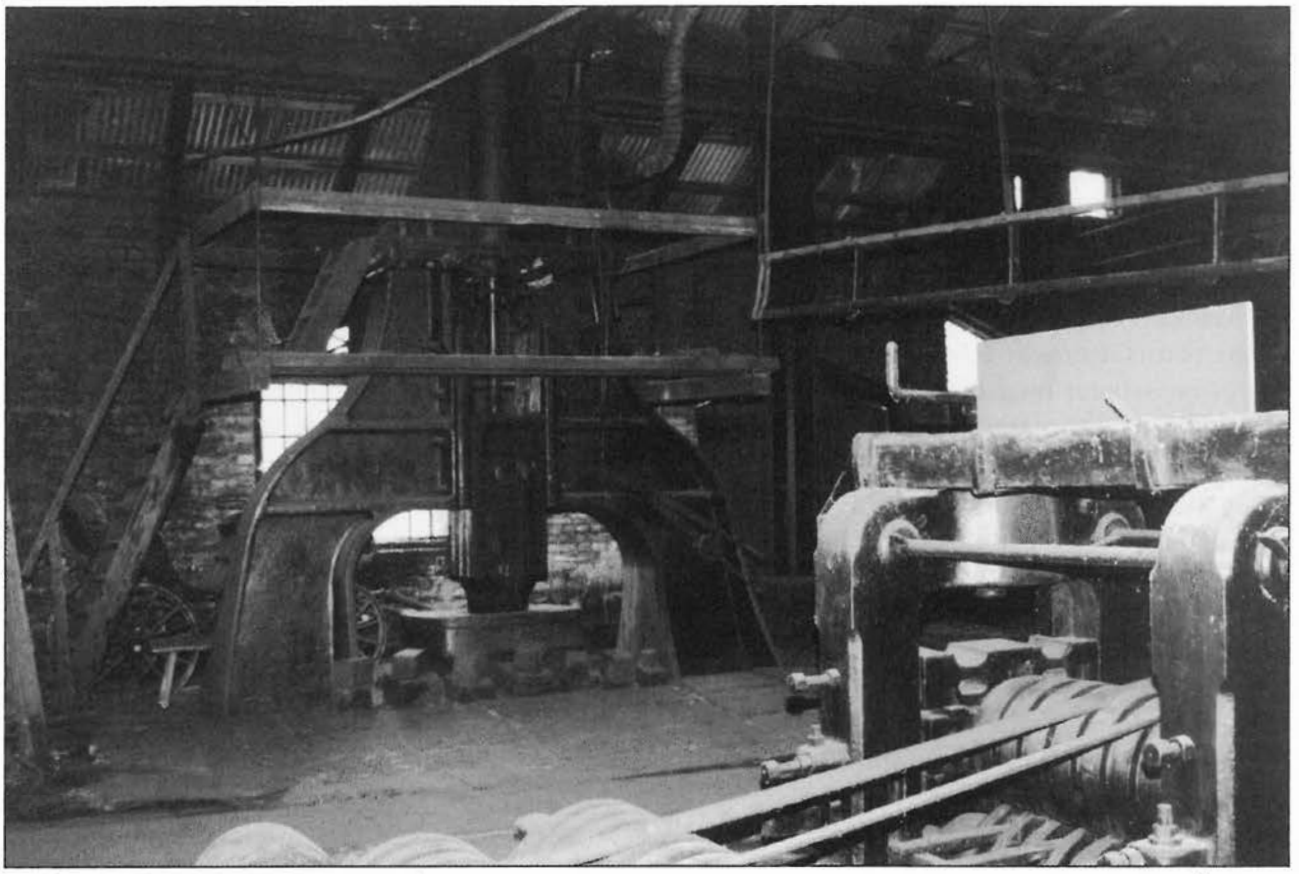
Mätningar

1. Inmätning av golvets nivåer, speciellt befintliga tackjärnshällar, vilka förskjutits av tjäle, samt fundament för hammare, valsstolar och härdar m.m.
2. Mätning av relativ fuktighet och temperatur på olika platser i anläggningen, tolv mätställen.

Åtgärder

1. Dammsugning och rengöring, speciellt saltsanering.
2. Demontering av tackjärnshällar, urschaktning av golv, dränering, återfyllning med kapillärbrytande material och med samma ytmaterial som tidigare, samt återläggning av hällar på ursprunglig nivå. Utgrävningen har följts och dokumenteras av byggnadsarkeolog.
3. Uppställning och upphängning av lös utrustning och redskap.
4. Restaurering av fyra av smedjans sex lancashirehärdar.

Saltutfällningar från golv och murverk vid gnistkammarväggen. Foto Mille Törnblom, RAÄ.



Den stora ånghammaren vars lagbro frilades vid golvarbetena. Foto Mille Törnblom, RAÄ.

Timmerlagbrons tillstånd efter friläggning. Foto Mille Törnblom, RAÄ.

Momenten *studier* och *mätningar* har utgjort underlag för beslut om åtgärder i smedjan och är dessutom en förutsättning för utförandet av arbetet. De kommer också att kunna fungera som underlag för bedömning av omfattning och kostnader vid planering av framtida åtgärder på anläggningar med likartade materialproblem.

Markarbetena har dels haft till syfte att skapa förutsättningar för det kommande restaureringsarbetet med härdarna, dels att öka kunskaperna om vad som är att vänta med avseende på materialtillståndet under golvnivå i en anläggning av denna karaktär.

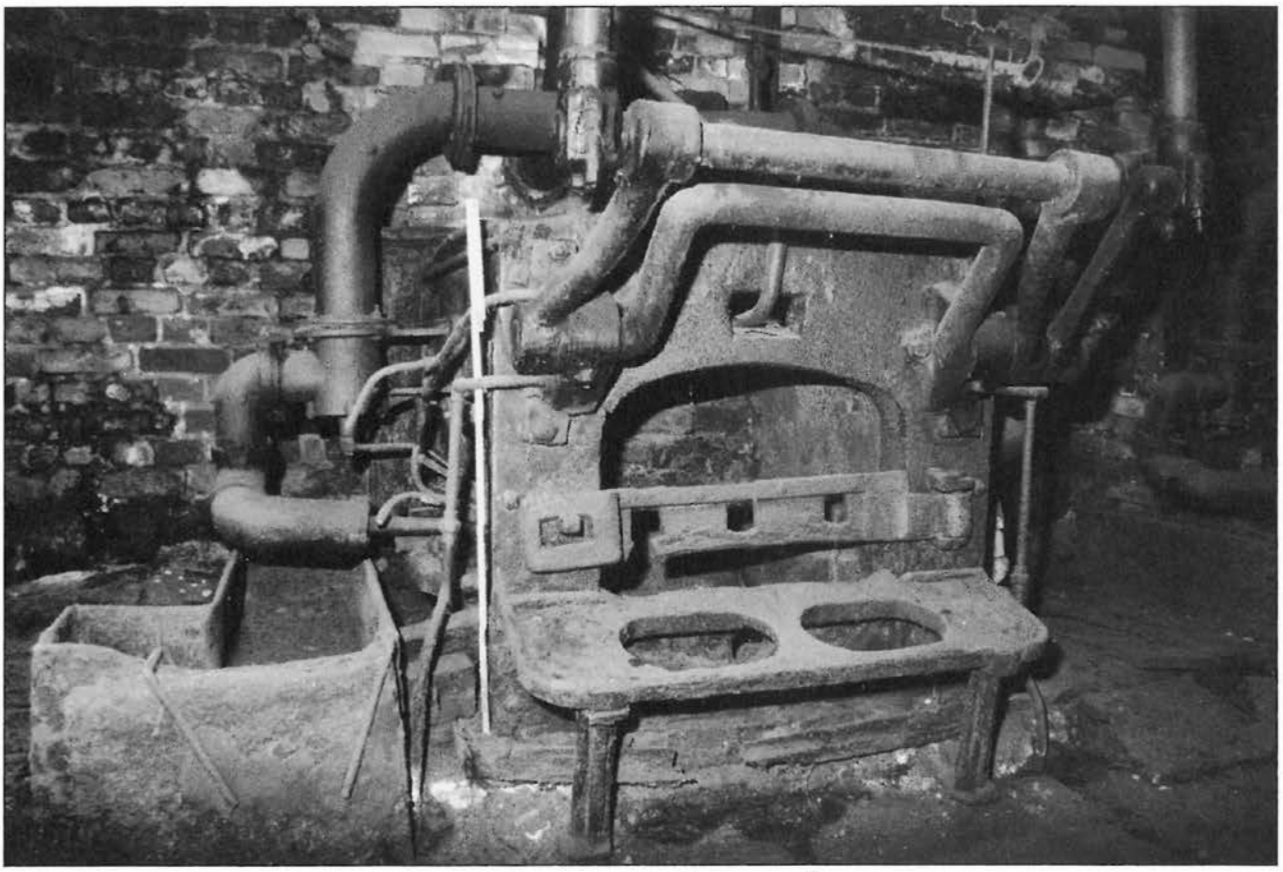
I det avseendet är kunskaperna om möjligt ännu sämre än om konstruktionerna ovan mark.

I samband med golvarbetena har ytligt liggande konstruktioner av trä frilagts. Dessa konstruktioner ligger över grundvattennivån och har utsatts för omfattande rötskador, som hotar konstruktionernas fortbestånd. Professor Tomas Nilsson vid Lantbrukshögskolan, specialist på trä och nedbrytning av trä, har undersökt konstruktionen, som är en s.k. lagbro under en ånghammare. Tillståndet på träkonstruktionen är enligt denna undersökning sådant, att enkla slutsatser om orsaker och samband inte utan vidare kan dras. För att få bättre kunskaper om denna typ av konstruktioner krävs fler praktiska undersökningar och troligen vissa forskningsinsatser.

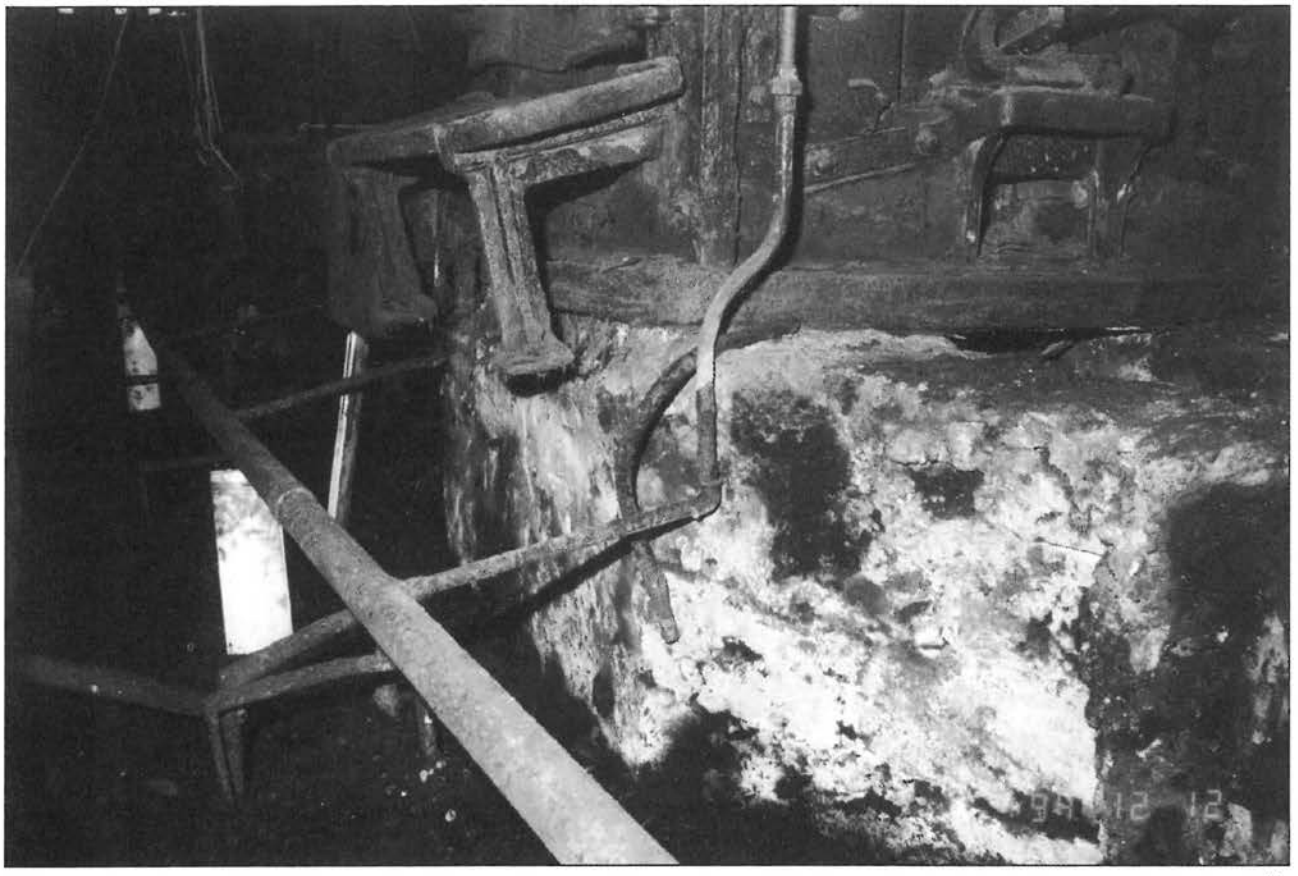
Under vintern och våren 1995 har restaureringen av lancashirehärdarna med gnistkammare genomförts. I detta arbete har moment av metod- och materialprovning införts.

Samtliga härdar består av murade konstruktioner av såväl eldfast tegel och murbruk, som vanligt ordinärt lertegel och kalkbruk. Vidare förekommer tackjärnshällar både invändigt och utvändigt, liksom detaljer av smidesjärn och även koppar.

Tillståndet var sådant att härdvirket, d.v.s. gjutjärnshällarna, var hårt nedgånget redan när anläggningen lades ned 1936. En tillfällig upprustning i samband med en filminspelning 1947 resulterade bl.a. i att allt järn beströks med stenkolstjära, d.v.s. det material som traditionellt använts för detta ändamål och som refereras till i den tekniska 1800-talslitteraturen som järnfernissa. Kraftiga korrosionsangrepp, or-



Lancashirehärd med hjälpbrytare. Foto Mille Törnblom, RAÄ.



Konstruktion framför och under härd för dränering och vattenförsörjning. Foto Mille Törnblom, RAÄ.

Rostande, tjärbestuket tackjärn i härdkonstruktionen. Foto Mille Törnblom, RAÄ.

sakade bl.a. av stora saltmängder i konstruktionerna från tidigare mark- och luftföroreningar, samt allvarliga fuktproblem, hade sprängt loss stora flak av rost och tjära.

I samtliga härdar restaurerades de delvis sönderfallande murkonstruktionerna mellan härdarna och gnistkammarväggarna.

Två av härdarna lämnades för övrigt utan annan åtgärd än en dammsugning. Dessa två utgör referensobjekt för kommande uppföljning. Eventuellt kan dessa härdar åtgärdas senare.

De övriga fyra rengjordes från rost och ytbehandlades på olika sätt.

Två härdar rengjordes manuellt med rostborstning och -knackning på traditionellt sätt. En av härdarna ytbehandlades med blymönja och täckmålades med kallasfalt, en behandling i traditionell anda, likartad den behandling med "järnfernissa" som rekommenderades vid mitten av förra seklet. Den andra behandlades med ett vaxbaserat rostskyddsmedel med en korrosionsinhibitor.

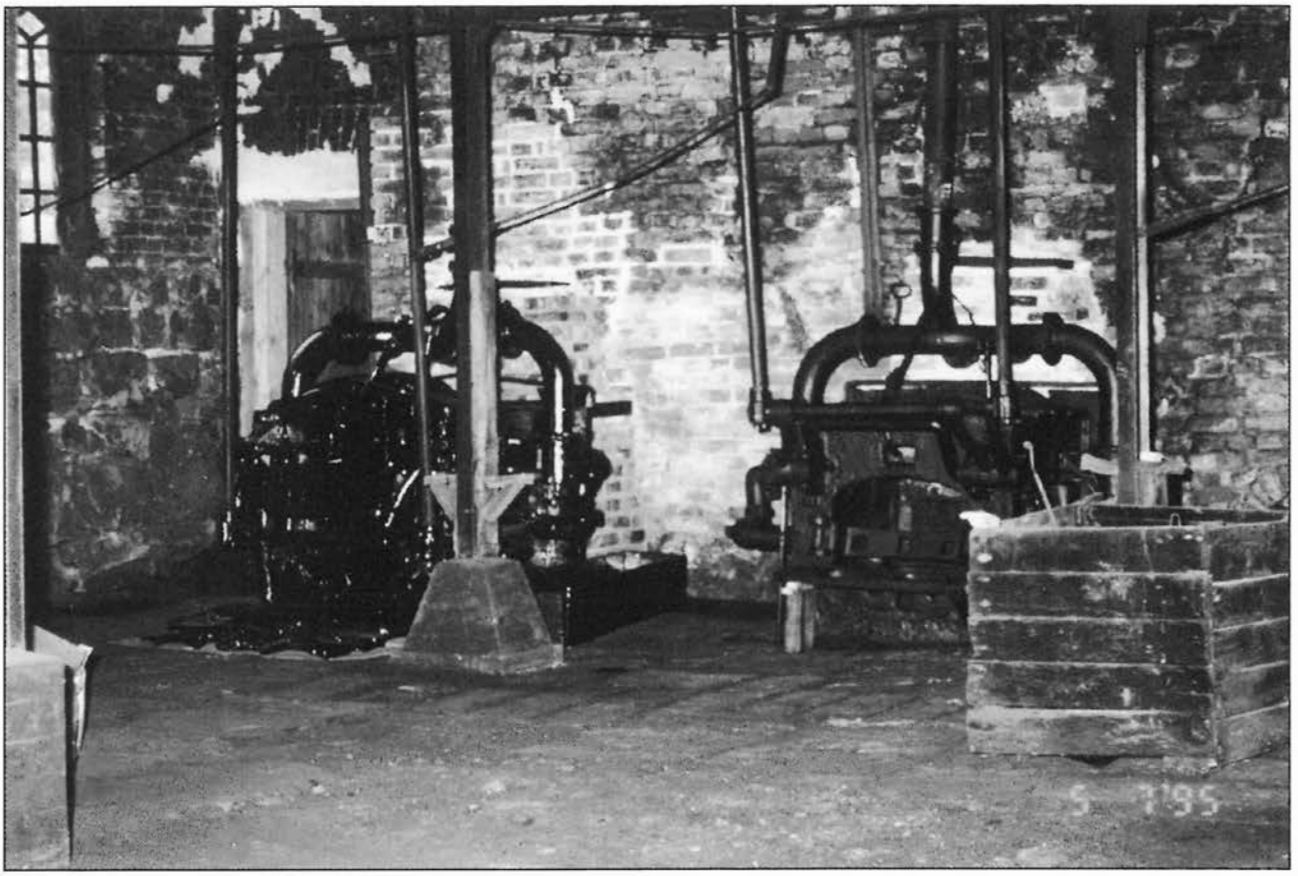
De resterande två härdarna rengjordes med blästring, den ena med JOS-blästring med minimal vattenmängd, den andra med fristråleblästring. Ytbehandlingen på dessa var densamma som för de manuellt rengjorda.

Vissa slutsatser kunde omgående dras av denna behandling, andra får avvakta iakttagelser under uppföljningen.

Beträffande rengöringen kunde konstateras att JOS-blästring, trots att den är mycket skonsam, inte är lämplig på objekt med svåra korrosionsangrepp som på dessa konstruktioner. Avverkningen av rost var delvis mycket obetydlig och dessutom mycket tidsödande. Dessutom orsakade vatteninblandningen, trots att den var liten, en mycket snabb och kraftig återrostning av ytorna. Inte heller fristråleblästring gav tillfredsställande resultat utan den härd som behandlats på det sättet måste ytterligare rengöras manuellt. Den manuella rengöringen gav det bästa resultatet.

Slutsatsen är att bästa rengöringsmetod för objekt med denna typ av korrosionsangrepp är en kombination av fristråleblästring för avverkning av lös rost, och manuell rostborttagning med borstar och nålhammare.

När det gäller ytbehandling är det för ti-



Två av de slutbehandlade härdarna. Foto Mille Törnblom, RAÄ.

digt att avgöra hur den fungerar som rostskydd, men det estetiska resultatet av "järnfernissa" av traditionellt slag är inte tillfredsställande. Den mycket blanka, svarta ytan ger en besökare fel signal. Så har inte en lancashirehärd sett ut under drift, inte heller när den stått stilla. Här är alltså lärdomen, att även om en behandling är traditionell och överensstämmer med vad vi vet om äldre material och teknik, kan det ibland visa sig olämpligt att använda den om resultatet inte visar det man önskar att det skall visa.

Projektet Karlholms bruk är avslutat vad avser de praktiska arbetena. En utvärdering av kostnaderna för hela arbetet, fördelade på olika kostnadsslag, ingår i slutrapporten. Ett viktigt syfte med projektet har varit att erhålla bättre underlag för projektering och kostnadsberäkning av åtgärdsprogram för denna typ av anläggningar.

En vårdplan för kommande underhåll skall upprättas och kostnaderna för ett sådant löpande underhåll beräknas.

Industrins anläggningar och miljöer är en viktig del av vårt kulturarv. Riksantikvarieämbetet har tagit fram ett handlingsprogram för att bevara, vårda och långsiktigt förvalta landets industriminnen. Ett viktigt led i arbetet har varit att belysa kunskapsläge och behov av insatser genom inventeringar, dokumentation och vård.

Inför industriminnesinventeringar finns det ett stort behov av handledning. Denna skrift utgörs av delar av ett kompendium som togs fram till en kurs i industriminnesinventering som hölls i Forsvik i Västergötland under åren 1995 och 1996. Syftet med kursen var att ge en introduktion till några av de näringsgrenar som den som inventerar och dokumenterar industrianläggningar kan komma att möta.

Riksantikvarieämbetet