



# Forblad

**Om jærnstøbning**

**Frederik A. Krog**

**Tidsskrifter**

**Architekten 9. dec. + 23 dec. 1911**

**1911**

## OM JÆRNSTØBNING.

FOREDRAG, HOLDT I AKADEMISK ARCHITEKTFORENING 2. NOVEMBER. 1911  
AF STØBERIKONSULENT FREDERIK A. KROG.

JÆRNSTØBERITEKNIKKEN er i Løbet af de sidste tyve Aar gaaet frem med Kæmpeskridt; der er gaaet Videnskab i den. Støbejernets kemiske Sammensætning og de dermed følgende Egenskaber, Ting, som den almindelige Jærnstøber indtil for faa Aar siden overhovedet slet ikke beskæftigede sig med, begynder nu at gaa deres Sejrsgang igennem Faget.

Den gammeldags Jærnstøber eller hans Støbemester kendte af Erfaring nogle enkelte Jærnblandinger, som han saa anvendte til alle forekommende Arbejder; disse Jærnblandinger, som han efter niegen Møje havde eksperimenteret sig til, behandlede han med den allerstørste Hemmelighedsfuldhed.

Nu er som sagt Videnskaben traadt til, man analyserer eller skaffer sig Analyser af det Raajærn, der anvendes, og den, der forstaar sig paa det, kan nu med en temmelig stor Sikkerhed forudsige, hvilke Egenskaber en given Jærnblanding vil udvise.

Naar Jærnmalmen, som er en Jærnilteforbindelse, smeltes i Højovnen, saa foregaar [der forskellige kemiske Processer: Ilten uddrives, og Jærnet optager mere eller mindre Kulstof fra det glødende Brændsel.

Naar kemisk rent Jærn optager lidt Kulstof, saa bliver det til Smedejærn, det kan smedes og svejtses, men ikke hærdes; optager det noget mere Kulstof, bliver det til blødt Staal; optager det endnu mere, bliver det til haardt

Staal, det kan endnu smedes med Forsigtighed, kan ikke længere svejtses, men det kan udmærket hærdes; naar Jærnet har optaget omkring 2% Kulstof, er det blevet til Støbejern, det kan ikke længere smedes, end mindre svejtses, men naar det opvarmes til en 11—1200 Gr. Varme, flyder det pludseligt ud, saa det kan udstøbes i en Form.

Alt i Handelen forekommende Jærn og Staal består i Hovedsagen af Jærn med et større eller mindre Indhold af kemisk bundet Kulstof.

Kemisk rent Støbejern, der kun består af Jærn og omkring 3% Kulstof, kan imidlertid ikke anvendes til almindeligt Støbegods, det er glashaardt, sølvvidt og meget skørt.

Almindeligt Støbejern indeholder foruden Kulstof i Almindelighed mindst 4 andre Elementer, Silicium, Mangan, Fosfor og Svovl, der alle udøver en væsentlig Indflydelse paa Støbejernets Karakter.

Det vigtigste, Silicium, udløser under Jærnets Afkøling en Del af Kulstoffet i Form af Grafitblade, der lægger sig imellem Jærnets Krystaller. Grafitbladene er tynde, bløde og bøjelige, de findeler Jærnet til en netagtig Masse, det bliver graat i Bruddet, idet de sorte Grafitblade skinner igennem overall. Jærnet bliver bearbejdeligt og til en vis Grad bøjeligt.

I det smeltede Jærn er alt Kulstof opløst i Jærnet, der findes ingen Grafit.

Naar Støbejern støbes i en Form, saa afkøles det Jærn først, der befinder sig nærmest ved Formens Sider; der danner sig først en iltet og ret pludselig

afkølet Skal, den saakaldte Støbeskal, der er ret haard, men saa tynd, at den ikke volder væsentlige Ulæmper; indenfor Støbeskallen dannes et Lag Jærnkrystaller, indenfor dette atter et Lag o. s. v., saa at hele Stykket saa at sige bygges op af Jærnkrystaller, gennemtrængte af de bløde Grafitblade.

Under Afkølingen trækker hele Jærnmassen sig sammen og optager et mindre Rum, end den gjorde i flydende Tilstand; naar det støbte Stykke derfor er tykt, vil der tilsidst opstaa et hult Rum i Stykkets Indre (Fig. 1), saafremt man ikke under Støbningen sørger for at holde en Kanal aaben ind til Stykkets Midte, saa man kan komme til at indføre flydende Jærn, der kan opfylde den opstaaede Hulhed (Fig. 2).

Naar Jærnkrystallerne danner sig fra Formens Sider og indefter, kommer der et Øjeblik, hvor Krystaller, der udgaar fra forskellige Flader,

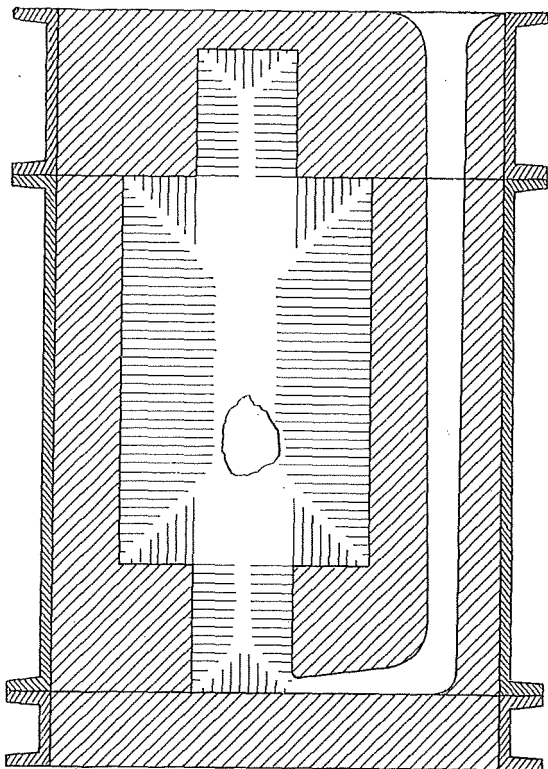


FIG. 1.

mødes, der opstaar derved en Uregelmæssighed i Jærnets Struktur; disse Uregelmæssigheder ordner sig i Flader; naar dette Forhold tegnes skematisk op, viser disse Flader sig som Linier,

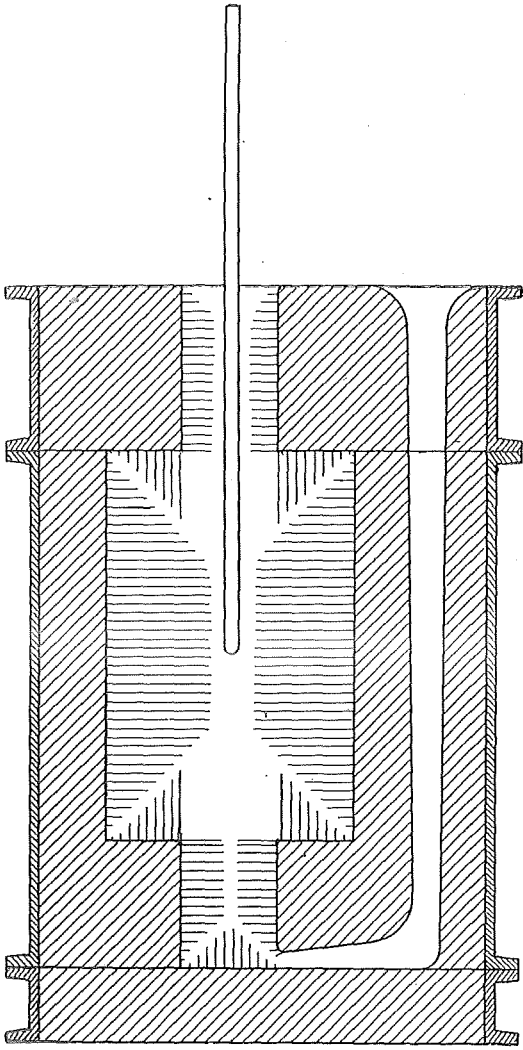


FIG. 2.

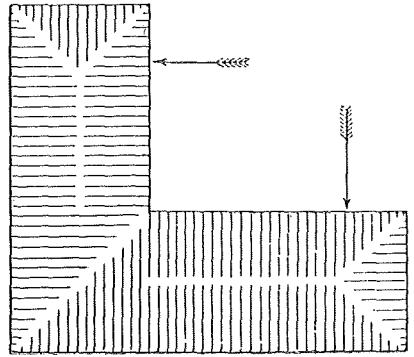


FIG. 3.

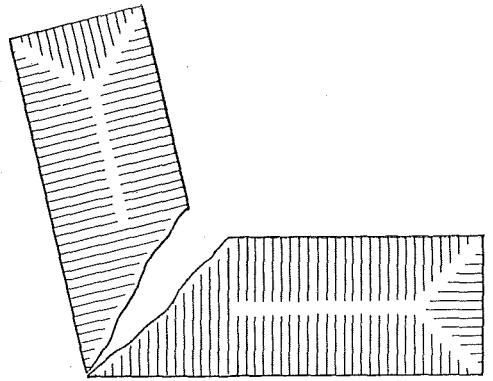


FIG. 4.

de saakaldte svage Linier, fordi Støbegodset paa disse Steder ikke er saa stærkt som i den øvrige Masse (Fig. 3, 4, 5 og 6).

Det almindelige graa Støbejerns Længdesvind under Afkølingen er omtrent  $\frac{1}{100}$  eller 1 Ctm paa en Mt., men det hvide Støbejerns Længdesvind er dobbelt saa stort; af denne Grund maa alle Modeller, hvorefter der skal støbes, udføres efter Maalestokke, der er noget større end almindelige Maal (Svindemaal).

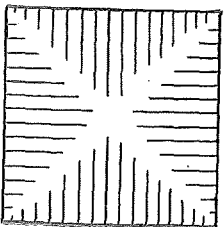


FIG. 5.

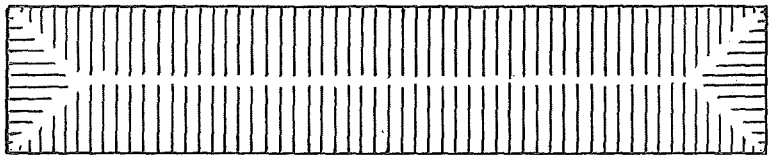


FIG. 6.

Det er Silicium i Jærnet, der bevirker Grafitdannelsen, men til at udskille Grafiten fordres en vis Tid; udstøber man saaledes en kvadratisk Stang af graat Jærn af en vis Længde i en kold Jærnform, saa vil den afkøles saa hurtigt, at Grafitdannelsen ikke kan finde Sted, Jærnet vil blive hvidt i Stedet for graat, den vil svinde dobbelt saa meget som ellers, og Sammentrækningen vil foregaa med stor Kraft; de svage Linier vil fremtræde tydeligt i Brudfladen.

Udstøber vi den samme Jærnblanding i en almindelig Sandform, vil Stangen blive graa i Bruddet, bearbejdelig, og Svindet bliver normalt.

Tager vi nu et Stykke, der bestaar af en tyk Del, der uden Overgang støder op til en tynd Del (Fig. 7), saa vil den tynde Del afkøles først og samtidig trække sig sammen, noget efter trækker den tykke Del sig sammen, men da der ved en saadan Konstruktion altid vil have dannet sig en svag Linie, der naar ud til Stykkets Overflade i den indadgaende Vinkelspids,

saa vil—saafremt der er en væsentlig Forskel paa de to Godstykkelser—Stykket sprænges i Stykker i Overgangsstedet imellem det tynde og det tykke Gods (Fig. 8).

Hvis det indadgaende Hjørne derimod udfyldes (Fig. 9), vil den svage Linie ikke naa ud til Stykkets Overflade; der bliver ingen pludselig Overgang imellem Delene under Afkølingen, og Stykket holder; den pludselige Overgang fra tyndt til tykt Gods bør derfor altid undgaaes, for selv om Jærnet

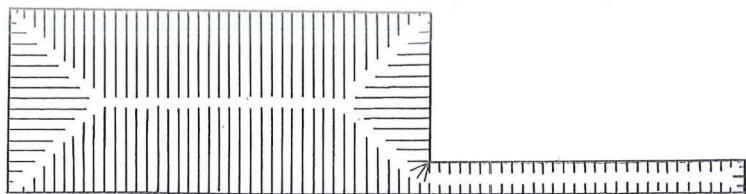


FIG. 7.

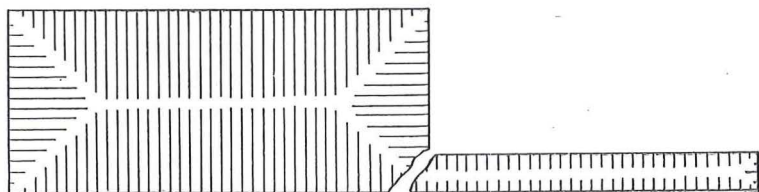


FIG. 8.

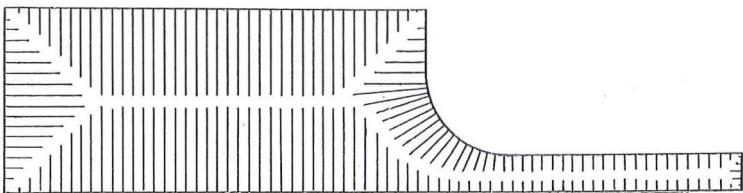


FIG. 9.

ikke ligefrem trækkes itu, saa vil der altid opstaa Spændinger i Godset, der kan medføre Kastninger, som i større eller mindre Grad forrykker Maalene; desuden har mange Jærnsorter en stor Tilbøjelighed til at danne Hulheder eller i det mindste svampede Steder i de tykkere Dele, der ret pludseligt gaar over til tyndt Gods.

# OM JÆRNSTØBNING.

FOREDRAG, HOLDT I AKADEMISK ARCHITEKTFORENING 2. NOVEMBER. 1911  
AF STØBERIKONSULENT FREDERIK A. KROG.

(Sluttet.)

SOM Eksempler paa Støbegods, hvor Svindets skadelige Virkninger søges Sformildede, vedsættes følgende:

Fig. 10, en Remskive og Fig. 11, et Trillebørshjul. Armene er krumme, saa at de kan fjedre sig.

Fig. 12, et Svinghjul. Navet er delt ved en Kærne, hvorved Spændingen i Hjulet ophæves.

Naar en Svindhulhed danner sig i Nærheden af den endnu glødende Overflade, hænder det, at Atmosfærens Tryk presser en lille Del af Stykkets Overflade ned i Hulheden; der opstaar da en pludselig Fordybning, der er vel kendt i Støberiet og kaldes for en Sugning.

De Hensyn, der bør tages til Jærnet ved Tegning af et Stykke Støbegods, kan i Korthed udtrykkes saaledes:

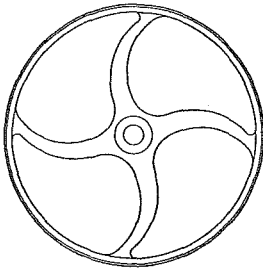


FIG. 10.

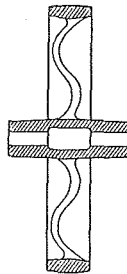


FIG. 11.

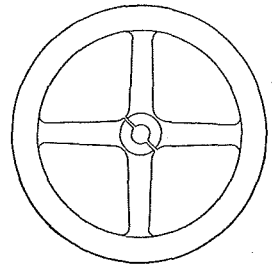


FIG. 12.

Der maa ikke være for stor Forskel paa Godstykkelserne; alle Overgange fra tykt til tyndt Gods bør gøres saa jævne, som det er muligt og alle indadgaende Hjørner afrundes saa meget som muligt.

Et udmærket Eksempel paa de Puds, som Svindet kan spille, er et almindeligt Støbejærns Vindue med Oplukke (Fig. 13).

Sprodserne, der er de tyndeste, trækker sig først sammen, dernæst Rammen omkring Oplukkerne og tilsidst selve Rammen uden om Vinduet.

Først trækker Sprodserne de to Rammer til sig, de er endnu bløde og Følgen bliver Krumninger ved Samlepunktet imellem Sprodsse og Ramme som Udgangspunkt (Fig. 14); saa trækker Oplukkerammen sig sammen og haler yderligere i Vinduesrammen, men tilsidst, naar Sprodserne er helt stivnede, spænder Vinduesrammen det hele ind (Fig. 15), og saafremt den er for stærk, bøjer den alle Sprodserne, er den derimod for svag, saa sprænges den, i Almindelighed i en af de svage Linier i et af Hjørnerne.

I mange Støbejærns Gittere, Vinduer og lignende Bygningsgods er Spændingerne paa Grund af Jærnets Svind saa store, at de enten kaster sig eller springer; en saadan Sprængning kan godt finde Sted længe efter, at Støbegodset er sat paa Plads i Bygningen.

Under Afkølingen af et Stykke Støbegods vil der ikke alene finde Bevæ-

gelsler Sted i Jærnets Indre paa Grund af Svindet, men enkelte Dele af de tykke Steders Overflade vil trække og forskyde sig; dette Forhold springer især i Øjnene ved Fremstilling af alt Ornamentgods.

Paa alle Steder, hvor Godset er tykt, vil finere Ornamenten og Forsiringer faa et ganske udvisket Præg, selv om Jærnblandingen — der ved saadant Gods spiller en stor Rolle — iøvrigt har været i Orden, idet her selvfølgelig forudsættes, at Formen har været vel udført.

Alt finere Ornamentgods maa derfor have den mindst mulige Godstykkelse, og denne bør være lige stor over hele Stykket; at støbe en svær Søjle med et fint ornamenteret Kapitæl er derfor en umulig Opgave, Ornamenterne maa støbes for sig og senere anbringes paa det svære Stykke.

Jeg nævnede før Fosfor som en almindelig Bestanddel af Støbejærnet, hvor det spiller en afgørende Rolle i alle Jærnblandinger til Ornamentgods; det gør Jærnet i høj Grad tyndtflydende, saa de fineste Dele af Formen udfyldes, og Jærnet bliver let at behandle i Støberiet, men naar Fosfor-Ind-

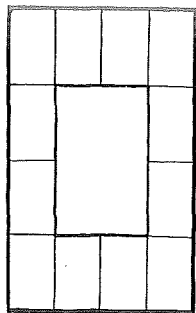


FIG. 13.

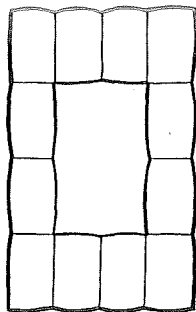


FIG. 14.

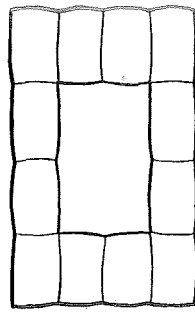


FIG. 15.

holdet stiger til lidt over 1 %, gør det Jærnet meget skørt, det taaler ganske godt jævn Belastning, men pludselige Slag eller endog Rystelser kan faa det til at springe. Fosfor maa derfor saavidt muligt undgaas i alt Støbegods, der skal være stærkt.

Svovl gør alt Støbejærn hvidt, tyktflydende, skørt og blæret; 0,1 % Svovl gør det bedste Støbejærn tarveligt, 0,2 gør det ubrugeligt.

Det Jærn, der anvendes til Støbegods, bestaar næsten altid af en Blanding af Raajærn og Gammeltjærn, men der er stor Forskel paa de forskellige Jærnsorters kemiske og fysiske Egenskaber. Det bliver Jærnstøberens Sag at bestemme den til hver Art Gods bedst egnede Jærnblanding.

Et Stykke »sundt, godt Støbegods« skal være stærkt, blødt, let at bearbejde, tæt og ensartet i Bruddet; det skal kunne mejsles, drejes og høvles, der maa ingen Blærer, Revner eller haarde Steder findes i eller paa det; det maa ikke have kastet eller fortrukket sig, det maa saavidt muligt være frit for indre Spændinger; dets Overflade skal være glat og af et jævnt og ensartet Udseende, og Kanter, Ornamenten og Forsiringer skal staa skarpe og glatte.

Formen, hvori Godset støbes, er af stor Vigtighed med Hensyn til Godsets Kvalitet.

Fra gammel Tid er Jærn altid blevet udstøbt i Sand, der er iblandet med lidt Ler, der gør det sammenhængende.

Naar man første Gang ser en Sandform, har man vanskeligt ved at begribe, at det skøre Sand kan staa for den tunge Jærnstrøm, der flyder hen over det; der er ogsaa gaaet mange Generationer, inden Faget udviklede sig saa vidt, at det, vi nu til Dags kalder første Klasses Støbegods, kan fremstilles i en saadan fugtig Sandform.

I Jærnstøberiets Barndom udstøbtes Jærnet oftest i aaben Sandform, d. v. s. Modellen blev trykket ned i vandret Sandbed, og den derved opstaaede Fordybning fyldtes derpaa med flydende Jærn.

Denne Fremgangsmaade anvendes nu til Dags kun til det aller tarveligste Gods; paa denne Maade kan Jærnet ikke udfylde Formen skarpt, og den Jærnflade, der vender opad, bliver ujævn og stærkt forurenset paa Grund af de fra Jærnet opstigende Slagger, der efterlader Gruber.

Disse to Hovedfejl vil ufravigeligt findes paa alle de morsomme gamle Jærnplader til Bilæggerovne, der alle er støbt i aaben Form.

Da Fordringerne til Støbegodsets Udseende som til dets Styrke og Tæthed steg, maatte Jærnstøberierne gaa over til at anvende lukket Form.

Den lukkede Form bestaar af mindst to Dele, »Parter«, som de kaldes i Støberisproget, en Underpart og en Overpart.

Ved at gøre Overparten høj fik Jærnstøberen det i sin Magt at sætte det flydende Jærn i Formen under Tryk; Indløbskanalen, hvorigennem Jærnet hældes ned i Formen, danner en tung Vædskesøjle — 7 Gange saa tung som en tilsvarende Vandsøjle —, der bevirker, at det flydende Jærn presses ud i de fineste Dele af Formen, naar denne altsaa er fint udført, Jærnblandingen er, som den skal være, Jærnet er tilstrækkeligt varmt, Formsandet ikke brænder fast paa Stykkets Overflade, og Formen er tilstrækkelig porøs, saa at Luften hurtigt nok kan slippe ud og give Plads for Jærnet, og en hel Mængde andre Ting er i Orden, saa kan der komme første Klasses Støbegods ud af Formen.

Et første Klasses Formsand er vanskeligt at opdrive og derfor ret kostbart.

Naar et Stykke Støbegods, hvis ene Side er flad, skal indformes, saa lægges Modellen paa en Plán, en Formkassepart sættes over og den fyldes med Formsand, der stødes op til en passende Haardhedsgrad (Fig. 16). Stødes den for let op — som det kaldes — saa falder Sandet ud, eller Jærnet trykker Bukler i Formen, men stødes den for haardt op, saa kan Luften ikke komme hurtigt nok ud af Formen, naar Jærnet kommer, og Stykket bliver Vrag, — »det gaar i Brokkassen«.

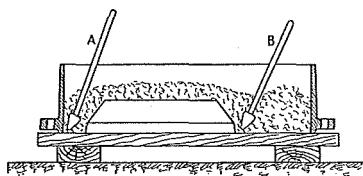


FIG. 16.

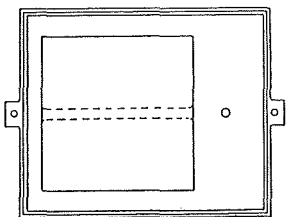
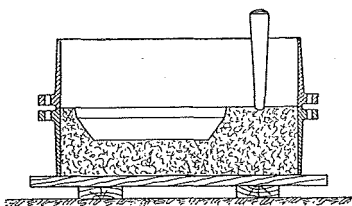


FIG. 17.



Naar Formkasseparten er stødt op, vendes den, Skillefladen gøres i Orden, overstrøs med fint, tørt, lerfrit Sand, Modellen afpustes, og den anden Formkassepart paasættes, i Almindelighed styret ved Hjælp af to Jærntappe, hvorefter denne stødes op (Fig. 17). Nu skilles Formens Parter ad, Indløbskanaler skæres og Modellen optages, Formens Inderflader eftergaas med Værktøj, indpudres med et Formpudder, der dels skal gøre Fladen glat og dels skal forhindre Formsandet i at brænde fast paa Godsets Overflade. Indløbstappen d. v. s. den Kanal, hvorigennem det flydende Jærn hældes ned i Formen, gøres i Orden, og Formen samles til Støbning.

Naar Modellen har en saadan Form, at dens Skilleflade bliver bølgeformet, maa Skillefladen modelleres ud i Formsandet, efter at Modellen er indformet i den første Formkassepart; dette er et tidsspildende Arbejde, der fordyrer Formningen betydeligt; af den Grund deles Modellen ofte i to Dele, der da samles ved Hjælp af Styretappe.

Naar Modellen skal tages op af Formen, saa slaas den først lidt løs i Sandet, hvorefter den hæves ud af Formen, men for at dette kan ske i en almindelig Fugtigsandsform, maa Modellen have Slip overalt, idet ganske lodrette Sider vil bevirke, at Formens Kanter rives itu under Optagningen.

Dette Slip, der helst maa være 1 mm paa 10 mm, er med Rette hadet baade af Architekten og Ingeniøren, men det er uundgaeligt ved Fremstilling af almindeligt Støbegods. Undladelse af at gøre Modellen slippende hævrer sig stærkt, baade hvad Bekostning og Udseende af det færdige Gods angaar.

Naar et Stykke ikke kan formes topartet, saa maa Formen udføres af tre eller flere Formkasseparter, hvis det skal formes i almindeligt fugtigt Sand; eller der maa indlægges Kærner, der delvis udfylder Kilestykkernes Rolle i en Gibsform, men dette fordyrer altid Stykkets Udførelse i en betydelig Grad.

Den langt overvejende Del af det Støbegods, der dagligt udføres i Jærnstøberiet, formes i topartet Form.

Naar Støbegodset er meget svært, eller naar der stilles store Fordringer til dets Styrke og Tæthed, saa formes det i tør Form, der bestaar af et særlig lerholdigt Sand med forskellige Iblandinger »Massesand«, eller, hele Formen mures op i Ler som almindeligt Murværk. Undertiden drejes eller trækkes Formen op ved Hjælp af Skabloner.

Da de i Støbejærnet indeholdte Metalloider spiller en saa stor Rolle med Hensyn til Jærnets Kvalitet, bliver det mere og mere almindeligt, at Jærnstøberen køber sit Raajærn efter kemisk Analyse. Paa selve Jærnstøberiet føres der ofte Kontrol med Jærnet ved Hjælp af Apparater, hvor Jærnets Svind maales samtidig med, at det undersøges paa andre Maader, der har Interesse for Støberiet.

Med Hensyn til Jærnets Styrke, da har Stræk- og Trykprøven i Almindelighed ingen Betydning; det er Jærnets Styrke overfor Bøjning, der prøves ved paa en dertil indrettet Maskine at bøje en i begge Ender hvilende Prøvestang ved et stedse tiltagende Tryk paa Midten, indtil den brækker.

Efter Brudbelastningens Størrelse i Forbindelse med Stangens Tykkelse

udregnes saa Jærnets Styrke i Kilogram pr.  $\text{mm}^2$  og den Bøjning, som Stangen taalte, førend den brækkede, giver et Maal for det paagældende Jærns Elasticitet.

Ved Konstruktionen af et Stykke Støbegods bør man altsaa huske paa, at det saavidt muligt skal kunne formes topartet, at det skal have Slip overalt — Støbejern taaler kun halvt saa meget Stræk som Tryk —, at jo tykkere Støbegodset gøres, des lavere ligger dets Brudbelastning pr.  $\text{mm}^2$  — d. v. s. at tyndt Støbegods er forholdsvis stærkere end tykt —, og fremfor alt, at de indre Spændinger, der opstaar paa Grund af Jærnets Svind, i mange Tilfælde er større end de ydre Paavirkninger, som det er beregnet til at modstaa, naar det er i Brug.