



DET DANSKE STAALVALSEVÆRK A/S  
FREDERIKSVÆRK

Ingeniør E.S.W. Rasmussen  
SM-ovnene i Frederiksværk.

I midten af 1800 tallet eksperimenterede Siemens med brændselsbesparende fyringstekniker, og fandt frem til regenerativfyringen. Ved at lede friskluften ind i forbrændingsrummet igennem et gitterværk, og lade røggassen varme et tilsvarende gitterværk op, og så vende ovnen med passende mellemrum, og lade friskluften passere det opvarmede gitterværk opnåedes store brændselsbesparelser og høje temperaturer, ja så høje at Siemens første ovn faldt sammen, datidens ovnbygningsmaterialer havde ikke den fornødne ildfasthed.

I 1864 byggede Martin en Siemensovn af sure Dinassten, det lykkedes ham at fremstille stål i denne, og sammen med Siemens fik han hold på processen.

I modsætning til Bessemer's og Thomas's konverterprocesser der krævede næsten 100% råjern fremstillet af malm, kunne SM-ovnen anvende store mængder affaldsjern.

De første SM-ovne havde sur udmuring og kunne ikke fjerne P & S fra chargen, hvilket stillede store krav til indsatsen.

Senere blev der i Frankrig bygget en ovn med herd af tjæredolomit, og i denne var man istand til at reducere urenhederne i stålet med en kalkbasisk slagge.

Da man stod for at skulle bygge et stålværk i Frederiksværk, var det naturligt at satse på SM-processen; basis for produktionen var indenlandsk skrot, og på det tidspunkt var el. ovne til fremstilling af handelsjern ikke aktuelt.

Der blev bygget 2 stk. gasfyrede 30 t basiske SM-ovne og det første stål blev udstøbt 17. august 1942.

Projekteret produktion var 40.000 t færdigjern p.a., men p.g.a. vanskelighederne under krigen kom den i denne periode kun op på ca. 20.000 t p.a. I 1947 gik man over til oliefyring og i 1948 var produktionen oppe på 44.000 t f.j.

I 1949 blev der bygget 2 stk. 70 t SM-ovne som i 1951

blev ombygget til 110 t ovne, i 1953 blev en af 30 t - ovnene ombygget til en 110 t ovn og i 1960 blev den sidste 30 t ovn ombygget til 70 t

I 1956 blev 110 t ovnene ændret til 130 t - ovne og det er så vor udrustning i dag, 3 stk. 130 t SM-ovne og 1 stk. 70 t SM-ovn, den sidstnævnte anvendes stort set kun når der er reparationer på de store ovne.

De 3 store ovne er udstyret med dolomitherd og er fuldbasiske, d.v.s. muret op af magnesit, magnesitchrom og chrommagnesitsten afhængig af om ovndetaljerne er stærkest udsat for kemisk angreb eller temperaturvækslinger. Hvælvningstemperaturen i ovnrummet kommer op på 1800°C og i toppen af gitterkammeret på 1600°C.

Temperaturene i sig selv er sådan set ikke noget problem, men kombineret med de kemiske angreb og temperaturvækslingerne giver det en slitage, som gør at vi må foretage en hovedreparation på ovnene efter 12 ugers kørsel eller efter godt 300 charger. Til en sådan hovedreparation medgår ca. 700 t ildfaste sten pr. ovn.

Nogle af dataene for ovnene er:

Ydermål	20,3x7 m
Badareal	50 m <sup>3</sup>
Baddybde, ovnmidte	835 mm
Herdrumstværsnit	10 m <sup>2</sup>
Indsatsdøre, lemme	3 stk.
Brændere	2x2 stk.
Slaggekammer	2x120 m <sup>3</sup>
Gittervolumen	2x130 m <sup>3</sup>
Spildegaskedel:	
Dampproduktion	3800 kg/h ved 16 ato. og 325°C
Friskluftsblæser	40.000 Nm <sup>3</sup> /h
Kølevand	ca. 350 m <sup>3</sup> /h

Ved fremstillingen af en charge er forløbet, charge-  
ring og nedsmeltning, raffinering og tapping. Mellem hver  
charge foretages en reparation af slaggekanten, normalre-  
paration.

### Chargeringen:

Der sættes ca. 140 t på ovnen, hvilket med ca. 7%  
afbrænding giver ca. 130 t stål. Af indsatsen er ca. 40%  
råjern, hvoraf ca. 30% er flydende kupolovnsråjern, resten  
skrot.

Råjernsprocenten svinger noget efter ønsket C-analyse  
og skrottets kvalitet, idet skrot med meget rust øger af-  
kulningen. Endvidere sættes der 3,5 t brændt kalk og 3,5  
t stenkalk på (ca. 25 kg/ton af hver).

Den kolde indsats af skrot, råjern og kalk lastes i  
skrotbokse, mulder, og sættes på ovnen ved hjælp af to  
chargerkraner. Skrottet har en Ø muldevægt på ca. 650 kg,  
stærkt svingende efter skrottets beskaffenhed, og råjernet  
en muldevægt på ca. 2,2 t. Det flydende råjern hældes på  
ovnen fra en 30 t ske via en rende.

Selve chargeringsrækkefølgen er:

1. Ca. 10 t let skrot spredes ud over herden.
2. Brændt kalk og kalksten.
3. Flydende råjern.
4. Ca. 10 t skrot.
5. Koldt råjern.
6. Skrot op til ønsket indsatsvægt.

Chargeringen tager ca. 1<sup>25</sup> h.

Nedsmeltningen starter samtidig med at skrottet kommer  
på ovnen. I årenes løb, efter som de ildfaste materialer er  
blevet udviklet, har vi kunnet øge varmetilbudet og dermed  
tempoet.

For at slippe af med de forøgede røggasmængder blev i  
første omgang separate jernskorstene bygget til spildegas-  
kedlerne, og de oprindelige murede skorstone udstyret med

ejektor, hvorved den dobbelte røggasmængde kunne passere. Endvidere er i de senere år forskellige tværsnit som skakete, røggaskanaler o.l. forøget for at mindske modstanden.

Efterhånden var de fleste muligheder for at fjerne en forøget røggasmængde udnyttet, og friskluftsblesernes kapacitet  $40.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$  satte også sin begrænsning, forbrændingen skulle jo også gerne ske i ovnrummet.

Vi gik så igang med "Flame enrichment", berigning af friskluften med ilt. Ovnene er udstyret med to brændere i hver ende, og iltlanserne blev placeret lige nedenunder brænderne og rager ca. 1 m længere ind i ovnen end disse.

Ilten blæses ind i ovnen med et ledningstryk på ca.  $10 \text{ kg/cm}^2$  og ved nuværende praksis  $1000 \text{ m}^3/\text{h}$  i 2 timer startende efter at første slæng skrot er sat på. Oliemængde  $3500 \text{ kg/h}$ .

Dette giver en ydelsesstigning på ca. 10%.

Da vi har 3 ovne i drift og kun kan støbe og dermed tappe en ovn ad gangen, er det væsentligt at ovnene kører i takt. Ovnenes tilstand, skrottets tilstand og ønsket kvalitet er ting, der influerer på chargetiden, og her kommer ilten ind som en udmærket regulerende faktor, i snit anvender vi  $10 \text{ Nm}^3 \text{ O}_2/\text{t}$ . stål på de 3 ovne. For at få en eventuel bedre udnyttelse af ilten er vi igang med at anskaffe udstyr for kontinuerlig måling af  $\text{O}_2$  i røggassen.

Det flydende råjern har betydet en produktionsstigning på ca. 20% ved en tilsats på 30%. Vi får en betydelig varmetilførsel til chargen. Der kræves  $330 \text{ kg cal/kg}$  for at varme den kolde indsats op fra  $25^\circ\text{C}$  til  $1590^\circ\text{C}$ , medens det varme råjern kræver  $56 \text{ kg cal/kg}$  for at varmes op fra  $1300^\circ\text{C}$  til  $1590^\circ\text{C}$ . D.v.s. for at opvarme chargen til  $1590^\circ\text{C}$  er den nødvendige oliemængde  $33,2$  (kold indsats) +  $5,6$  (flydende råjern)  $\text{kg olie/t}$  eller  $25 \text{ kg olie/t}$  for en standard charge, hvilket svarer til ca. 25% varmeudnyttelse i denne periode.

Når chargen har nået de  $1590^\circ\text{C}$  er alt smeltet, og det vi kalder raffineringsperioden begynder; denne består hos

os normalt i at bringe C ned til ønsket værdi og opnå ønsket taptemperatur, normalt  $1615^{\circ}\text{C}$ .

Med ca. 10 min. mellemrum tages stålprøver, der sendes til laboratoriet for analyse, og vi får opgivet C, Mn, S og P; samtidig tages temperaturmålinger.

Ved i størst mulig udstrækning at køre med standardiserede påsætninger har vi som regel ikke vrøvl med S & P.

Slaggen har en  $\emptyset$  basisitet  $\text{CaO}/\text{SiO}_2 + \text{P}_2\text{O}_5$  på 3 med en spredning på 0,8, og  $S_{\text{slagge}}/S_{\text{stål}} = 12,5$ .

Vor  $\emptyset$  slaggeanalyse er:

$\text{SiO}_2$  - 13%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 4%, CaO - 42%, MgO - 7%, FeO - 19%, MnO - 14%,  $\text{P}_2\text{O}_5$  - 1,5% og S-o,35%.

Ligger S og eller P for højt i forprøverne sættes ekstra kalk på ovnen.

Til at øge afkølningshastigheden anvender vi glødeskaller.

5 min. før tapning tilsætter vi legeringsmaterialer til ovnen, fortrinsvis SiMn som giver en god fordesoxydation; da Si i denne legering (ca. 20%) kan give P-reversion har vi imidlertid restriktioner på anvendelsen. Ellers anvender vi 80% FeMn, Mn affiné, sidstnævnte i tilfælde hvor vi skal tilsætte meget og ikke er interesseret i opkulning. Er chargen meget iltet, tilsætter vi desuden FeAl (37% Al) i ovnen.

Til at åbne afstikkene anvender vi hulladninger, hvorved vi opnår en præcis tapning. Vi taper i 2 skeer, og udløbstiden ligger normalt på 4 - 10 min.

I skeen legerer vi så færdig; legeringsmaterialer vi anvender her er 75% FeSi, SiMn, FeMn, Retortkul til opkulning, eventuelt FeAl, FeNb, FeP og S til specielle kvaliteter.

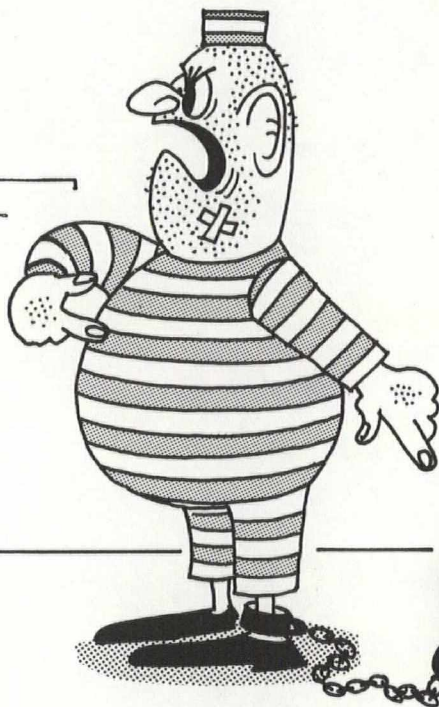
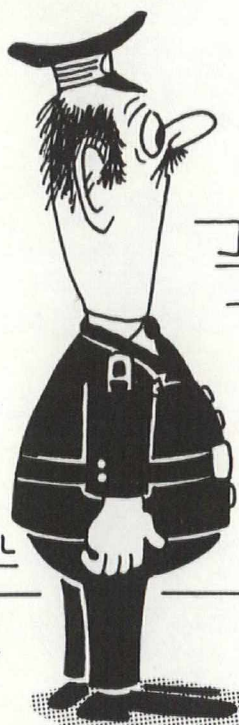
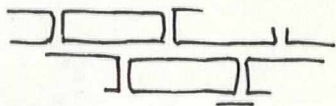
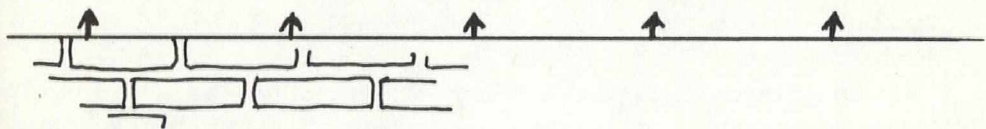
For Mn har vi et væsentligt højere udbytte ved legering i ske end i ovn (ca. 75% mod ca. 45%), af kvalitetsmæssige årsager holder vi imidlertid fast ved denne praksis.

I 1972 havde vi en produktion på 470.000 t blokke med ca. 1,3 mandtimer/t incl. støbning.

I 1963 var de tilsvarende tal 316.000 t med 1,8.

SM-processen er meget flexibel, indsatsen kan bestå af fra 100% flydende råjern til 100% stålskrot, dette har været en af årsagerne til dens store udbredelse; efter fremkomsten af de nyere konvertertyper har det været naturligt for værker med adgang til tilstrækkelig højovnsjern at gå over til disse langt hurtigere processer.

Udviklingen på lysbueovnenes område har gjort disse konkurrence dygtige på skrotsmeltningsområdet, så SM-ovnenes storhedstid må vel anses for at være forbi, men den dag i dag bygges der stadig nye SM-ovne.



Qvist

DEN ENESTE HER I LANDET DER IKKE ER HELT VILD  
MED DANSK STÅL SYNES AT VÆRE MIG !