

## **ENET-Steel**

**Energinätverk för effektivisering av gruv- och stålindustrins energisystem.  
Nätverket delfinansieras av Energimyndigheten**

### **Energieffektivisering inom SSAB i Oxelösund under åren 1996 - 2007**

#### ***Inledning***

Denna rapport, framtagen inom nätverket ENET-Steel (Nätverk för energieffektivisering inom gruv- och stålindustrin) ger en översikt av genomförda energieffektiviseringsprojekt inom SSAB i Oxelösund under 10-årsperioden från 1996 till 2007.

Underlaget till denna rapport är interna PM och rapporter, offentliga miljörapporter och intervjuer med Johan Lundqvist SSAB som under den aktuella tidsperioden haft flera befattningar inom energi- och mediaområdet.

Rapporten är sammanställd av Jan Fors EnerGia AB, nätverksansvarig inom ENET-Steel, i samarbete med Johan Lundqvist.

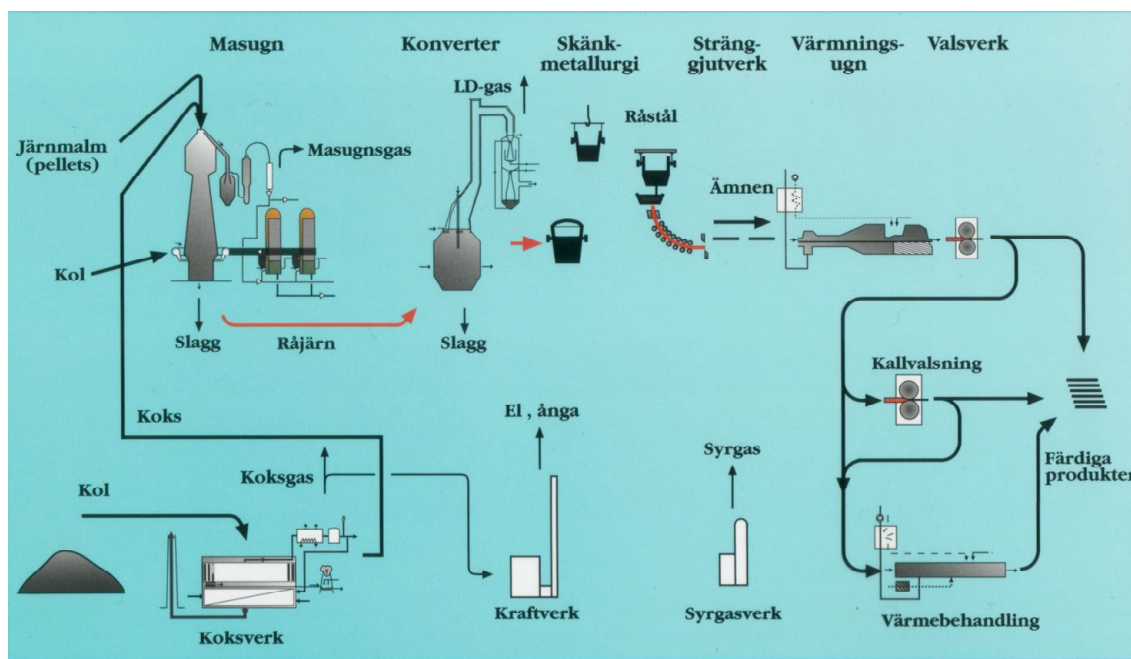
#### ***Innehåll***

<b><i>Några fakta om SSAB i Oxelösund</i></b>	<b>2</b>
<b><i>Organisation</i></b>	<b>3</b>
<b><i>Arbetssätt</i></b>	<b>4</b>
<b><i>Genomförda och lönsamma effektiviseringar</i></b>	<b>5</b>
<b><i>Lönsamhet</i></b>	<b>11</b>
<b><i>Erfarenheter</i></b>	<b>11</b>
<b><i>Det finns mycket mer att göra!</i></b>	<b>14</b>
<b><i>BILAGA 1, En översikt av verksamheten</i></b>	<b>15</b>

## Några fakta om SSAB i Oxelösund

### Produktion

SSAB i Oxelösund tillverkar stål från malm. I figur 1 nedan visas en allmän principskiss för tillverkning av stål från malm med viktiga material- och energiflöden inritade.



Figur 1. Från malm till stål. (Källa: Jernkontorets utbildningspaket i energi- och ugnsteknik)

Totalt tillverkades under 2006 ca 1400 kton stränggjutna stålämnen. Cirka 560 kton ämnen har levererats till SSABs verk i Borlänge och resten har vidarebearbetats inom verket.

Verkets viktigaste produkt är kylta stål, dvs grovplåt med extra hög hållfasthet och god svetsbarhet i kombination med hög slitstyrka och god formbarhet. Plåten har tjocklekar mellan 3 och 155 mm. Under 2006 producerades 590 kton kylta stål.

Försäljningen uppgick till 9941 Mkr under 2006. Antalet anställda var 2800 personer.

Anm: I bilaga 1 finns en beskrivning av produktionen.

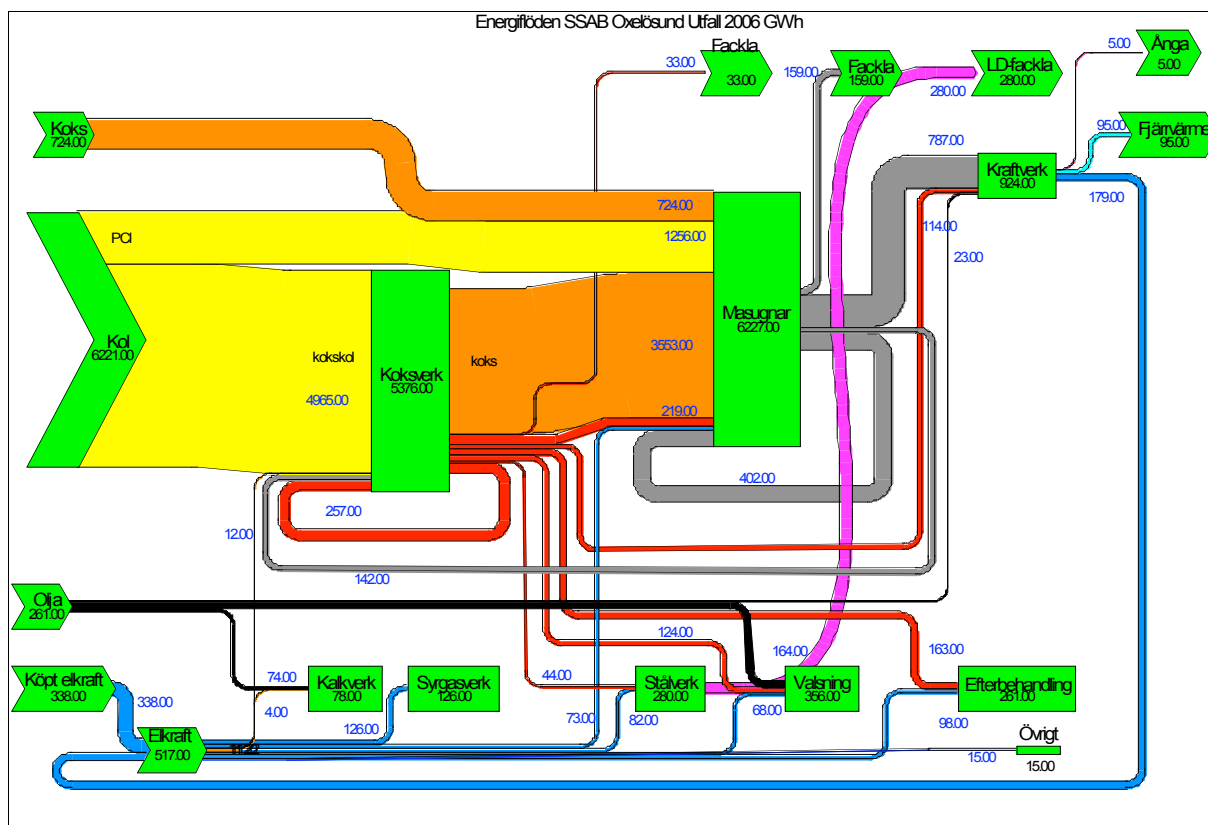
### Energi

Den totala inköpta mängden primärenergi, inklusive processkol, var ca 7,5 TWh under 2006 fördelad på följande sätt:

Kol och koks	92,7 %
Olja Eo5 LS	2,5 %
Elenergi	4,5 %
Gasol (Propan-95)	0,2 %

Processkol måste omvandlas till koks och tillföras masugnen i stora mängder för reduktionen av järnoxiden i pellets till råjärn. Kol är det billigaste energislaget och därför är den övergripande strategin att basera energibalansen på 100 % kol och via bildade brännbara processgaser (koksugns gas, masugns gas och LD-gas) ersätta olja och producera egen elenergi för att reducera elinköpen.

Ett Sankey-diagram över större energiflöden visas nedan i figur 2. Här framgår att den helt övervägande delen av energin i form av kol och koks åtgår i masugnen för att driva reduktionsprocessen. (Ut från masugnen kommer även råjärn och slagg med stora energiinnehåll men dessa är inte inritade i figur 2.) Utöver kol och koks förbrukas även lågsavlig tjock eldningsolja Eo5LS, elenergi samt mindre mängder gasol.



Figur 2. Sankeydiagram för år 2006.

Figur 2 visar tydligt hur kol och koks dominerar energitillförseln. Den inköpta elenergin framstår som blygsam trots att det handlar om 338 GWh som om elenergin värderas till 35 öre/kWh motsvarar ca 120 Mkr/år.

## Organisation

För att hantera energifrågorna i organisationen inrättades år 2003 en befattning som energicontroller med främsta uppgifter att arbeta för en kostnadseffektiv energianvändning inom företaget.

Under år 2004 inrättades en Energistyrelse som för att styra och följa upp arbetet.

Nu fungerar energieffektiviseringsarbetet så att det praktiska åtgärderna samordnas och följs upp av energicontrollern och beslut om inriktning/aktiviteter tas i "energistyrelsen" där representanter för företagsledning och för energiintensiva produktionsavsnitt. Energistyrelsen sammanträder fyra gånger per år och mötena protokollförs.

## Arbetsätt

Det går inte att jobba med energieffektivisering överallt samtidigt och därför började SSAB med att ta fram en aktuell översikt av de *rörliga* kostnaderna för olika energislag för att få ett underlag för prioritering av arbetsinsatserna.

Det visade sig då att de tre största posterna svarade för mer än 80% av de totala rörliga kostnaderna. Dessa poster avsåg kol till koksverk, koksinköp och inköp av kolpulver för injektion i masugn.

### **Prioritera arbetsinsatserna**

Effektiviseringsarbetet inleddes inom koksverk och masugnar. Det handlade alltså om insatser för att effektivisera kärnprocesserna.

Den totala elanvändningen är förstås också viktig men kan inte mätas ekonomiskt med kol och koksanvändningen. I kraftverk i anslutning till verket produceras ca 40% av den elenergi som används inom verket och resten köps på marknaden.

### **Enkel arbetsmodell**

SSAB i Oxelösund använder en enkel arbetsmodell. Den innebär att vi gjorde enkla överslagsberäkningar, med rimliga antaganden, på vilka ekonomiska vinster som olika tänkbara åtgärder skulle kunna leda till. Noggrannheten är förstås i många fall låg men det viktiga är i första steget att få rätt storleksordningar för att kunna börja arbeta med något som kan ge stora besparingar. Beräkningar och sammanställningar gjordes i ett enkelt excelark.

Anm: Externa kurser som behandlar olika förändringsmodeller beskriver modeller som är så omfattande att det är mer eller mindre omöjligt att använda dessa modeller för energieffektivisering inom SSAB i Oxelösund. Det skulle kräva alldeles för stora arbetsinsatser av för många personer.

De potentiella åtgärderna sorterades sedan in i fyra klasser som är kombinationer av följande grupper 1) Åtgärder utan och med investeringar 2) Åtgärder inom egen organisation och åtgärder inom annan organisation. Med egen organisation avses koksverk och energiförsörjning. Annan organisation avser övriga verksenheter som t ex stålverk, valsverk etc.

*I första etappen valde man att arbeta med åtgärder av typen: Utan investeringar i egen organisation.* Skälet är att möjligheterna till hög lönsamhet är störst för åtgärder som inte kräver investeringar och möjligheterna att få till stånd olika typer av beslut är störst inom den egna organisationen.

### **Regelbundna möten**

Vid genomförande av projekt är det viktigt att bilda en arbetsgrupp och hålla möten regelbundet, helst var annan eller var tredje vecka. Vid möten beslutas om vem som gör vad och ett protokoll skrivs och distribueras till mötesdeltagarna. Det är viktigt att arbetet genomförs intensivt och under en kort tidsperiod.

### **Uppföljning efter åtgärder**

När ett effektiviseringsprojekt har genomförts och energiförbrukningen har minskats är det mycket viktigt att en lämplig uppföljning görs fortsättningsvis så att inte förbrukningen sakta ökar igen utan att någon märker detta. Ett sätt är att skapa lämpliga nyckeltal som läggs in i den månatliga uppföljningen som görs av alla nyckeltal.

## Genomförda och lönsamma effektiviseringar

Nedan presenteras en sammanställning över genomförda åtgärder. Det finns många mindre åtgärder som också genomförts men som ej tas med i denna översikt.

### Förbättrad fyllning av ugnarna i koksverket

En kritisk granskning av driftsättet i koksverket visade bl a att koksugnarna inte fylldes upp ordentligt samt att koksugnarnas ena kortsida fylldes med kol till en nivå som var ca en meter under den önskade nivån.

Genom att justera och följa upp fyllningsgraden i ugnarna kunde kolmängden ökas med 300 kg/ugn (det motsvarar ca 4 %). Den ökade koksproduktionen medförde en *minskning av koksinköpen med ca 14 Mkr/år. Kostnaden för åtgärderna är ca 0 Mkr och pay-offtiden 0 månader.*

Problemet med dålig fyllning på kortsidan har ej åtgärdats på grund av resursbrist på konstruktionsavdelningen. En kolficka och kolvagnen behöver modifieras till en uppskattad kostnad på 0,2 Mkr. Åtgärderna kommer att reducera koksinköpen med några miljoner kronor per år.

### Åtgärder för att minska bränsleförbrukningen i masugnarna

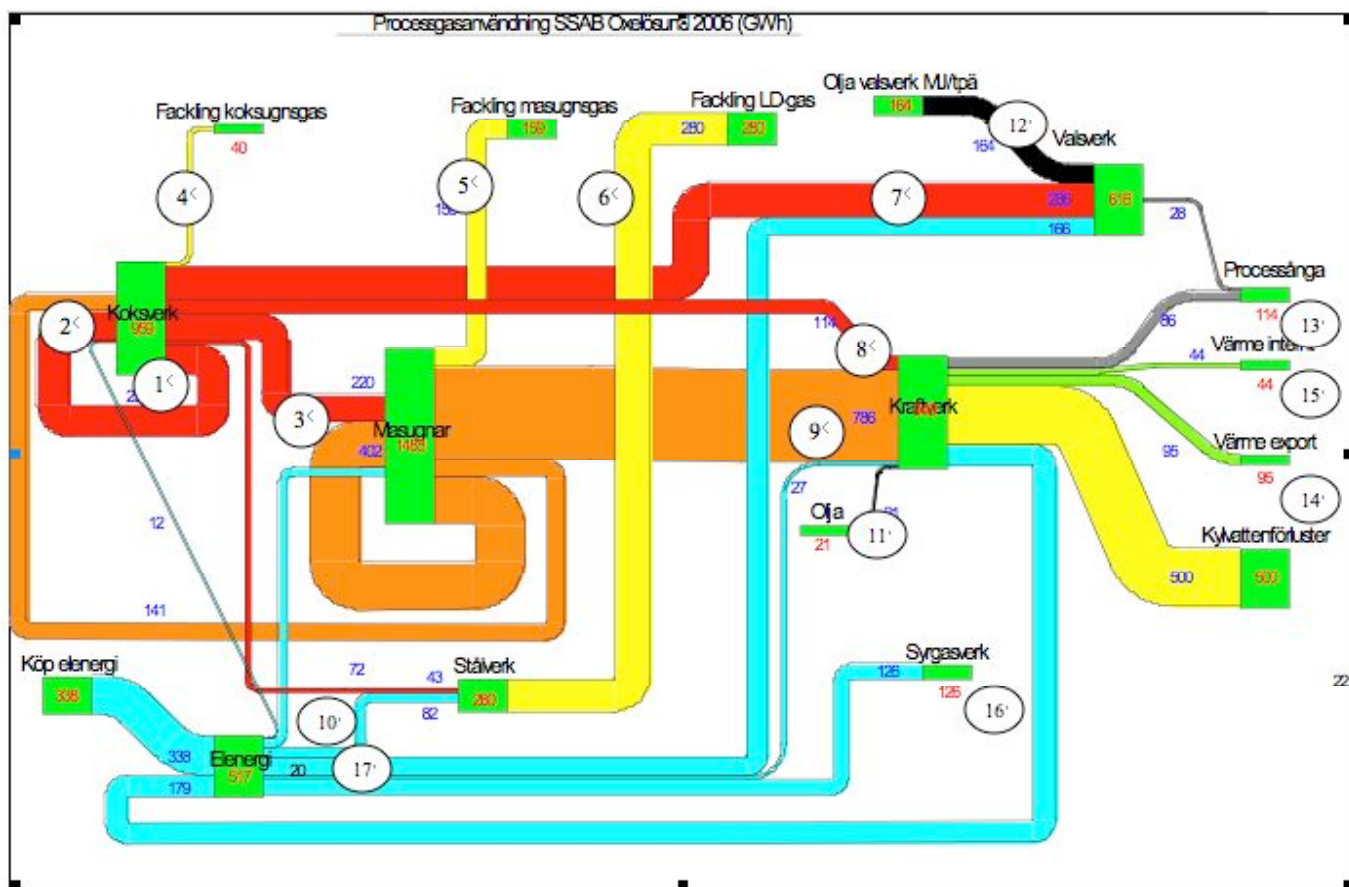
Under 2004 ökade kokspriset på marknaden kraftigt vilket ökade incitamentet för att minska koksförbrukningen i masugnarna. Under perioden 2004-2007 har ett flertal åtgärder genomförts:

- Ökad blästertemperatur från 960 °C till 1050 °C. Detta har skett genom tillsats av koksugns gas till masugns gasen som används vid eldningen för förvärmning av blästerluft till masugnarna. Koksugns gasen har ett högre värmevärde än masugns gasen vilket ökar temperaturen vid förbränningen.
- Ökad användning av småkoks (6-30 mm) tillsammans med pellets. I nuläget uppgår mängden småkoks till ca 25 kg/ton råjärn (trj). Tidigare såldes småkoksen billigt.
- Ökad användning av energibriketter i masugnarna. Dessa innehåller kolhaltigt material och minskar därmed bränsleförbrukningen.
- Installation av förbättrad stoftavskiljning (cyklon) på toppgasen i masugn 2.
- Injektion av avskilt hyttsot, som innehåller bl a brännbart stoft, från masugn 4 tillbaka in i masugn 4. I ett senare skede planeras att även injicera avskilt stoft från masugn 2 in i masugnarna.

Ovanstående åtgärder har medfört att masugnarnas bränsleförbrukning har kunnat sänkas från 485 kg/trj under 2004 till 474 kg/trj under 2005. Detta innebär en sänkning av kol/koksmängderna på ca 17 600 ton vid en råjärnsproduktion på 1600 kton/år. Den ökade användningen av koksugns gas i varmapparaterna har dock medfört att utbudet av koksugns gas, för användning inom andra produktionsenheter, har minskat varvid företagets oljeförbrukning ökat samtidigt som den egna elproduktionen minskat. Det höga priset på köpt koks har dock medfört *kostnadsbesparingar på över 100 MSEK/år.* Investeringarna uppgår till cirka 20 MSEK vilket betyder att pay-offtiden var några månader.

### Optimering av balansen mellan processgaser, olja och elenergi

En mer detaljerad bild av företagets gas/el/olje-balans visas i sankeydiagrammet i figur 3.



Figur 3. El-, gas- och oljeflöden inom SSAB Oxelösund. (Källa: SSAB)

Numren i figuren hänvisar till åtgärder som har genomförts under den senaste 10-årsperioden eller som kommer att genomföras. Åtgärderna beskrivs nedan.

- 1) *Ökad koksproduktion* med ca 4% under 2004 medförde minskat köp av extern koks och ökad koksgasproduktion. Värdet var ca 14 MSEK/år. Den ökade produktionen av koksugns gas utnyttjades till 75 % för oljeersättning och till 25 % till egen elproduktion. Åtgärden innebär således bränslebyte – från olja till kol.
- 1) *Genomgång/trimning av undereldning* i koksverket under 2004 och 2005. Resultatet var att igensättningar i regeneratorsna uppdagades och att ett utbytesprogram för regeneratorsna inleddes. Vidare reducerades luftöverskotten från vissa av eldningsväggarna för att minska rökgasförlusterna.
- 2) *Byte av regenerators i koksverket* har möjliggjort byte av bränsle från koksugns gas till blandgas bestående av masugns gas och koksugns gas. Friställd koksugns gas utnyttjas till oljeersättning i valsverkets ämnesugnar och egen elproduktion. Under 2005-2007 har 14 väggar kopplats om från koksugns gas till blandgas vilket ökar utbudet av koksugns gas med ca 700 m<sup>3</sup>/h. Utbytesprogrammet fortgår även under hösten 2007 och 2008.
- 3) *Masugnarnas varmapparater* utnyttjar ca 6000 m<sup>3</sup> koksugns gas/h för att höja blästertemperaturen. Under 2009 planeras att byta ut varmapparaterna på masugn 2. I detta projekt räknar vi med att varmapparaterna förses med värmeåtervinning vilket friställer 2500 m<sup>3</sup> koksugns gas/h för oljeersättning och egen elproduktion.

Vidare har företaget installerat utrustning för att mäta O<sub>2</sub> och CO i avgaserna från varmapparaterna. Detta har gjort att luftöverskottet kunnats reduceras vilket minskat avgasförlusterna och ökat verkningsgraden.

- 4) *Fackling av koksugngas.* Under tidigt 1990-tal byggdes en blandgasstation, för att blanda in koksugngas i masugngasflödet till kraftverket, för att ta hand om momentana överskott av koksugngas. Kapaciteten visade sig inte vara tillräcklig trots omfattande trimning av kapaciteten. Under 2003 byggdes ytterligare en blandgasstation med kapaciteten till 10 000 m<sup>3</sup>/h. Koksugngasen blandas här in i masugngasen som används i kraftverket OK3 för elproduktion. Detta ökar således den egna elproduktionen och idag facklas mycket små mängder koksugngas utanför semesterperioden.
- 5) *Fackling av masugngas.* För att undvika fackling av masugngas har gaskapaciteten i OK3 kontinuerligt byggts ut sedan anläggningen åter togs idrift 1996 efter att ha varit avställd under drygt 10 år. Då var eldningskapaciteten ca 90 000 m<sup>3</sup>/h masugngas. År 2006 är kapaciteten 165 000 m<sup>3</sup>/h. Målet under 2007 är att öka kapaciteten ytterligare till 180 000 m<sup>3</sup>/h genom att bl.a. öppna samtliga fyra brännardysor från 800 till 950 mm. Ökningen av eldningskapaciteten har skett genom att ta bort flaskhalsar som ger tryckfall i gasystemet. Åtgärdsexempel:
- Ombyggnad av trånga sektorer i masugngassystemet bl. a. genom att utnyttja ny mätteknik i form av ultraljud i stället för strypskivor.
  - Ombyggnad av brännare genom att öppna gasspalter, flytta styrplåtar, förändra dysutformning etc.
  - Ökning av trycket på masugngasen genom att öka trycket på blåsmaskinerna som trycker in luft i masugnarna med ca 100 mm vp, att öka trycket i gasklockan med 50 mm vp genom att öka den mekaniska belastningen på masugngasklockans lock med ca 90 ton betongsten.
  - Vidare har en mängd åtgärder genomförts för att öka driftstabiliteten på OK3. Dessa har ökat tillgängligheten från nivån 97% till 98,5% vilket även leder till minskad fackling av masugngas.

*Kostnaderna för åtgärderna var ca 1,3 MSEK. Värdet av den gas som nu kan eldas i pannan i stället för att facklas är ca 13 MSEK/år och pay-offtiden var ca 1 månad.*

- 7) *Bränslefördelning i valsverkets ämnesugnar.* Huvudbränsle i ämnesugnarna är koksugngas och reservbränslet är olja. Fördelningen mellan bränslena sker i vad som kallas *bränslebalansen* vilket innebär att bränsleväxling sker till olja när innehållet i gasklockan för koksugngas sjunkit till en viss nivå. När innehållet i gasklockan ökar så kopplas bränslet över till koksugngas igen. På detta sätt kan oljeförbrukningen minimeras automatiskt. Därför pågår ett ständigt arbete att minimera förbrukningen av koksugngas inom verket för att minimera oljeförbrukningen.

Utöver detta så följs energiförbrukningen i ugnarna upp kontinuerligt och nödvändiga åtgärder i form av förbättrad isolering av skenor i ugnarna samt tätning av ugnar sker fortlöpande. Varje inbesparad GJ koksugngas i någon anläggning ersätter 0,75 GJ olja och resten blir ökad elproduktion.

- 8) *Koksugngas i kraftverket.* Byte av stödbrännare, ombyggnad av brännare, införande av konstantvärmvärdesreglering har lett till en reduktion av koksugngasförbrukningen som istället utnyttjas för oljeersättning i ämnesugnarna.
- 9) *Effektivitet i kraftverket.* Se även punkt 5 – fackling av masugngas. Ständigt arbete pågår för att öka kapaciteten för eldning av masugngas och reducera facklingen.

När det gäller den interna omvandlingen från bränsle till nyttiga produkter – ånga, el, värme – så har flera effektiviseringsåtgärder genomförts:

- I slutet på 90-talet, efter drifttagande av OK3 fanns tre små ångpannor (ca 25 MW/st) och OK3 i drift. Genom att öka kapaciteten för gaseldning i OK3 är strategin att stänga småpannorna och förbränna masugnsgasen i OK3 som har en högre verkningsgrad än småpannorna. I dagsläget har vi ökat kapaciteten i OK3 så att en av småpannorna har stängts. Under 2007 bör kapaciteten ha ökat till 180 000 m<sup>3</sup>n/h vilket medför att ytterligare en liten panna kan stoppas.
  - Avställningen av ytterligare en panna kommer att medföra att 400 m<sup>3</sup>n/h koksugnsgas kan sparas och utnyttjas för oljeersättning och ökad elproduktion.
  - Ökad kapacitet på OK3 medför att en större del av värmeproduktionen kan flyttas över till värmekondensorn på OK3 i stället för att produceras genom att använda ånga för direktproduktion av värme. Detta ökar totalverkningsgraden på OK3 genom att kylvattenförlusterna minskar.
  - Installation av syremätare och CO-mätare i avgassystemet på OK3 har gjort det möjligt att justera ned luftöverskotten till ett minimum.
  - En äldre ångturbin och generator (G3) med låg verkningsgrad togs ur drift 2003. All elproduktion sker numera i OK3 med högre elverkningsgrad.
  - Renovering av luftförvärmaren i OK3 sommaren 2006 minskade gasläckaget i värmaren och därmed elförbrukningen i såväl luftfläkt som rökgasfläkt.
  - Genomfört turbinrenoveringar i OK3 under 2004 (högtrycksturbin) och 2006 (lågtrycksturbin) för att minska det inre ångläckaget och därmed öka elverkningsgraden.
- 10) *Byte av skänkvärmare i stålverket 2006.* Införandet av ny teknik, s k regenerativa brännare, har medfört att förbrukningen av koksugnsgas i stålverket reducerats från ca 1500 m<sup>3</sup>n/h till 600 m<sup>3</sup>/h. Den regenerativa tekniken som inköpts från Kina medför en hög termisk verkningsgrad och avgastemperaturer i nivån 200 °C vilket är ovanligt lågt för applikationer i stålindustrin. Verkningsgraden har därmed lyfts från ca 40% till 80%. Besparad koksugnsgas utnyttjas för oljeersättning i valsverkets ämnesugnar samt för elproduktion.
- 11) *Olja i kraftverket.* Under perioden 1996 – 2007 har ett stort antal åtgärder vidtagits för att reducera oljeanvändningen i kraftverket. Under 1996 var oljeförbrukningen ca 7500 m<sup>3</sup>/år för att under de senaste åren ha reducerats till <1000 m<sup>3</sup>/år. Åtgärder har varit:
- Förändrad driftstrategi genom omfördelning av tillgänglig masugnsgas vid stopp i masugnarna.
  - Utbildning av driftpersonalen har gett ökad förståelse för energikostnader och driftmöjligheter.
  - Byte till stödljelansar i brännare som brinner stabilt även vid lägre oljeinflöden.
  - Justeringar bakeffektskydd för generatoren för att minimera tomgångseffekten vid oljedrift.
  - Genom att byta från en mekanisk regulator till elektronisk år 2006 kunde turbinens minimilast sänkas. I praktiken betydde detta att drift med ett lägre ångflöde blev möjligt. I pannan kunde därför tillskottet av olja vid förbränningen minskas från ca 12 MW oljeeffekt till ca 6 MW oljeeffekt under låglastperioder, dvs perioder med liten tillgång på brännbar masugnsgas.



12) *Olja i ämnesugnar*. Se även punkt 7.

13) *Processånga*.

- Under 2003 byttes drivningen till blåsmaskin 6 ut från en äldre ångturbin med låg verkningsgrad till en effektiv elmotor. Överblivet bränsle utnyttjades i stället för elproduktion i OK3 med bättre verkningsgrad.
- Installation av en effektiv ångejektor till den nya tankavgasningsanläggningen som installeras under 2007.
- Utbytesprogram för byte av kondensatfällor på verksamrådet genomförs med början 2007. I nuläget har ett 25-tal kondensatfällor bytts.

14) *Värmeleveranser till externa kunder*

- Värme säljs till kommunens energibolag Oxelö Energi AB. Leveransen har under perioden 2000-2005 uppgått till 90-95 GWh/år. Genom ett tilläggsavtal till huvudavtalet mellan SSAB och Oxelö Energi AB så rabatteras värmeleveranser till nybyggd fjärrvärme. Detta har medfört ett ökande intresse för fjärrvärme. Utbyggnaden har medfört att förbrukningen stigit och om leveransåret 2006 varit ett normalår temperaturmässigt hade värmeleveranserna tangerat 100 GWh. Under 2006 anslöts ett 35 tal nya fastigheter till fjärrvärmesystemet.
- Oxelö Energi AB har även tagit fram en femårsplan för utbyggnad av fjärrvärme i kommunen. SSAB ser positivt på en utökad leverans av värme då det ökar kraftverket totalverkningsgrad genom att reducera kylvattenförlusterna.
- Kalkylen för leverans av fjärrvärme till Nyköping uppdaterades under 2006 i samarbete mellan SSAB, Oxelö Energi AB och Vattenfall som levererar värme till Nyköpings tätort. Den tänkta strategin var att lägga ned Idbäcksverket i Nyköping, som nu producerar el och fjärrvärme med biobränsle, och leverera spillvärme från SSAB i Oxelösund. I utredningen konstateras att det idag inte finns *företagsekonomiska* förutsättningar för leverans av värme från SSAB till Nyköping. Skälen till detta är:
  - Höga elpriser ger stora ekonomiska förluster för såväl Vattenfall som för SSAB Oxelösund vid bortfall av elproduktionen.
  - Vattenfall har lyckats kompensera ökande biobränslepriser genom att utnyttja en större andel billig returflis.
  - Systemet med gröna certifikat för biobränslebaserad elproduktion *försvårar* introduktionen av industriell spillvärme.
- Eftersom avsättningen av värme via fjärrvärmeleveranser inte kan ökas mer än marginellt så har SSAB under 2005 och 2006 låtit KTH studera om spillvärme från industrin kan bindas och transporteras över större avstånd. Under 2006 studerades lagring av värme i zeoliter. Arbetet fortsätter även under 2007 med termodynamiska beräkningar av billigare värmebärare.

15) *Värme internt*. Interna värmebehov täcks i allt väsentligt genom fjärrvärmeleveranser från kraftverket OK3. Under de senaste årens utbyggnad har det interna nätet byggts ut för att kunna täcka de ökade behoven. Större nya anläggningsdelar som försetts med fjärrvärme är:

- ”Coilshotellet” i SSABs hamn.
- Härdverk 2 på Brannäs.
- Driftcenter på Valsverket.

- Även pågående utbyggnader på Brannäs beräknas anslutas till fjärrvärme-systemet.
- 16) *Centralisering av tryckluftproduktion.* Vid försäljningen av luftgasfabriken till AGA år 2000 installerades nya effektiva tryckluftskompressorer hos AGA i stället för de gamla skruv- och kolvkompressorer som installerades på 1960-talet.
- 17) *Elförbrukning stålverk.* Generellt så installeras idag frekvenomriktardrifter på all ny utrustning i stället för som tidigare strypreglerad utrustning. På stålverket har t ex lansvattenkylning och venturipumpar försetts med frekvensomriktare vilket har minskat eleffekten med ca 100 kW.

### **Övriga effektiviseringsåtgärder**

Dessa åtgärder omfattar mer verksövergripande mindre åtgärder för att förändra beteendet hos användarna av energi och media i avsikt att spara energi. Nedan redovisas några åtgärder som genomförts de senaste åren:

- Inom de energitunga avdelningarna har några infört ett ”energimål” bland miljömålen i ledningssystemet ISO14001. Företaget har även beslutat att ett av målen för 2007 i miljöledningssystemet ISO14001 skall vara ett energimål.
- Besparingskampanjer har genomförts på tryckluft och kväve.
- Läcksökning och tätning av luftgassystem (tryckluft, kväve, syrgas och argon) på stålverket och masugnar. Totalt lokaliserade ett 20-tal läckor som tätats.
- Omkoppling av spolgas (kväve) från 13 bars- till 6 barsnät inom stålverket.
- Utbildning av stålverkets personal på LD för att anpassa driften till tillgången på syrgas samt ökad kommunikation mellan syrgasverk och stålverk. På detta sätt reducerades användningen av flytande syrgas från 6 % till <5 %.
- Läcksökningar har genomförts på dricksvattensystemet under 2006. En stor läcka uppdagades vid stålverket. Förbrukningen har reducerats från 70 m<sup>3</sup>/h till ca 45 m<sup>3</sup>/h.
- I industrivattensystemet P11, som förser stål- och valsverk med sött kylvatten, har systemtrycken reducerats från 5,2 bar till 4,6 bar. Elbesparingen uppgick till >60 kW.
- Systemtrycken i pumpstation P05 för distribution av saltvatten för kylning reducerades 2004 från 2,2 bar till 1,7 bar. Besparingen uppgick till ca 110 kW. Under hösten 2006 återställdes dock saltvattentrycket till 2,2 bar eftersom masugn 2 försetts med saltvattenkylning i stället för sötvattenkylning och tryckbehovet var högre än 1,7 bar.
- En av pilotlågorna till koksugns gasfacklan stängdes 2003. Detta medförde en besparing av koksugns gas på 135 m<sup>3</sup>/h vilket i stället utnyttjades för oljeersättning i ämnesugnarna och ökad elproduktion.
- Elförbrukning i koksverket. Under införandet av ISO14001 år 2002 var ett av målen på koksverket att minska elförbrukningen med 10 %. Detta medförde en omfattande inventering av elförbrukningen. Ett resultat var införande av rörelsedetektorstyrt på- och avslag av belysning i samtliga toaletter och andra utrymmen där personer inte befinner sig kontinuerligt.

### **Undersökta men ej tillräckligt lönsamma åtgärder**

- *Fackling av LD-gas (nr 6 i figur 2).* Facklingen är av i storleksordningen 300 GWh/år. Gasen består till 50-70 % av brännbar koloxid. Möjliga användningsområden, om gasen skulle tas tillvara, är bl.a. elproduktion i OK3, bränslebyte i ämnesugnarna för att ersätta olja, tillverka blandgas i form av masugns gas/LD-gas samt utnyttjande av LD-gasen i koksverkets undereldning. Återbetalningstiden för tillvaratagande är i storleksordningen 5-8 år beroende på användningsområde och energipris. Ännu har inga åtgärder vidtagits.

Sedan lång tid tillbaka tas dock den fysiska värmen i LD-gasen tillvara för värmeproduktion när gasen kyls från ca 1600 °C innan venturiskrubbern för stoftrening. Totalt tas ca 40 GWh/år tillvara och utnyttjas i fjärrvärmesystemet.

- En utredning har genomförts för att även släcka flera pilotlågor på facklan för masugns gas som innehåller 4 st pilotlågor. Återbetalningstiden uppgick till >2 år varför inga åtgärder har genomförts.
- Diskussioner har förts med personalen i ”murarverkstaden” för att släcka skänkbrännare (koksugns gaseldade) som brinner när ingen skänk värms. Drifttiden har minimerats sommartid men vintertid brinner skänkvärmarna ibland för att generera värme i lokalerna. Installation av fjärrvärme har utretts men kostnaderna blir för höga då det inte finns något distributionssystem i närheten.
- Elförbrukning i kraftverket. Under 2004 genomfördes en inventering av samtliga elmotorer > 40 kW. Målet var att studera potentialen för byte av driftstrategi för motorer, pumpar och fläktar eller att förse motorerna med frekvensomriktare. Av ett tjugofemtal motorer så hade endast installation av frekvensomriktare på kondensorpumpar i OK3 samt interna fjärrvärmepumpar återbetalningstider < 5 år. Ännu har inga konkreta åtgärder genomförts.
- Elkraftförbrukning i stålverket. Kalkyler för utbyte av drivning på LD-fläktar till frekvensomriktardrift har tagits fram. Investeringskostnaden uppgår till ca 2,7 MSEK/fläkt. Besparingen har skattats till 0,6 MSEK vid elenergipriset 300 SEK/MWh. Tillräcklig lönsamhet för genomförande har ännu inte uppnåtts.

### **Lönsamhet**

Ovan beskrivna och genomförda åtgärder har en pay-offtid på någon vecka upp till ca ett år. Det är inte möjligt att för alla projekt ange bestämda pay-offtider eftersom viktiga indata till sådana kalkyler varierar kraftigt, vilket speciellt gäller pris på kol, koks och olja.

I vissa fall är det inte pay-offtiden utan strategiska bedömningar som ligger till grund för att genomföra åtgärder.

Totalt kan dock konstateras att lönsamheten för energieffektivisering, både i kärnprocesser och i hjälpsystem, i de flesta fall är mycket hög.

### **Erfarenheter**

Nedan sammanfattas erfarenheter från effektiviseringsarbetet inom SSAB i Oxelösund.

Det går inte att säga att dessa erfarenheter är generella utan snarare att de *kan* förekomma inom andra företag och man ska inte bli förvånad om de dyker upp.

### **Börja med att skaffa en överblick av de rörliga kostnaderna**

Det krävs mantid för att arbeta med energieffektiviseringar och mantid är som bekant en bristvara. Det gäller därför att koncentrera insatserna till de energi- och mediaslag som svarar för stora rörliga kostnader och inledningsvis strunta i energislag med relativt sett låga rörliga kostnader.

### **Genomför först åtgärder som inte kräver investeringar**

Det är i de allra flesta fall möjligt att köra befintliga utrustningar, även centrala processer, lite effektivare t ex genom små förändringar av driftsättet, utbildning av operatörerna, förbättrade uppföljningar etc. Även små förändringar i processer som omsätter stora energimängder ger avsevärda kostnadsbesparingar med mycket korta återbetalningstider.

Om åtgärderna kräver investeringar krävs en lång process innan resultat uppnås.

Att jobba med att släcka lysen etc ger resultat som är en bråkdel av vad som kan åstadkommas i processer med samma arbetsinsats.

### **"Not Invented Here"**

Det vill säga att "den här möjligheten till effektivisering kom inte vi som kör anläggningen på". Det kan vara svårt för personalen inom en processavdelning att tro eller acceptera att någon utanför avdelningen kan komma på åtgärder som både bidrar till effektivare drift och förbättrad lönsamhet. Känslan av att bli "trampad på tårna" kan uppstå.

Om man för ett ögonblick betänker att personalen inom en processavdelning kör processen för att *i första hand garantera driften och undvika driftavbrott* så är det inte förvånande att man har "marginaler mot driftstörningar" som ibland kan bli onödigt stora och där möjligheter till lönsam energieffektivisering kan finnas.

### **"Det går inte"**

Ett förslag till förändring kommenteras inte sällan med att "det går inte". Sannolikheten för detta svar ökar ju närmare processen personer arbetar. Det gäller då att reda ut *exakt* vad det är som inte går. Ett sätt att göra en detaljerad lista över varje punkt som gör att "det inte går" och sedan analysera varje punkt. Det är viktigt att själv vara med i denna analys. Ibland kan det förstås finnas punkter som gör att det faktiskt inte går eller att risken för driftavbrott faktiskt skulle bli oacceptabelt hög.

Många gånger slutar dock genomgången av listan och analyserna med att "det borde faktiskt gå" utan andra åtgärder än små modifieringar av rutiner, körsätt, reglersystem etc.

### **Styrparametrar**

Inom verket har under lång tid kostnadsfokus legat på andra kostnader än för råvaror och energi. Detta har bidragit till att processerna har kunnat köras med onödigt stora marginaler för driftstörningar.

Detta har nu ändrats vilket har medfört ökat fokus på energikostnaderna. Insatser, både personella och ekonomiska, för effektivare drift kan nu enklare motiveras.

### **Potential för energieffektivisering**

Det är förstås inte möjligt att ange en exakt siffra på den praktiskt och ekonomiska möjligheten till effektivisering eftersom ett tillräckligt noggrant underlag för en sådan bedömning inte föreligger.

Johans bedömning är dock att i processer, där man inte tidigare har prioriterat energianvändningsfrågorna, är det fullt möjligt att minska energianvändningen med ca 3% genom företagsekonomiskt lönsamma åtgärder.

### **Drivkrafter och hinder**

I samband med förändringar finns alltid drivkrafter och hinder som spelar in när förändringar ska genomföras.

Det vore förstås en stor fördel om det skulle finnas tydliga *personliga drivkrafter* för att energieffektivisera driften. I dagsläget finns förslagsverksamheten, men det är långt ifrån alla som har ork eller förmåga att skriva ner och lämna in förslag där ett svar kanske erhålls efter vad den enskilde upplever som lång tid.

Ett uppenbart *hinder* är att den enskilde som föreslår och får en förändring av driftsättet genomförd tar en personlig risk. Om en driftstörning inträffar så är risken uppenbar att personen som föreslagit förändringen utpekas som ”syndabock” alldeles oberoende om så verkligen är fallet. Det är vanligt att nyligen gjorda förändringar antas vara orsaken till driftstörningar.

Det är mycket viktigt att skapa en tydlig koppling mellan arbetsinsats och uppskattning.

### **Ordet effektivisering kan uppfattas negativt**

Inom verket förekommer effektiviseringar inom praktiskt taget all verksamhet. Ofta är effektivisering av driften förknippad med en minskning av personalen och en viss ökning av arbetsbelastningen på kvarvarande personal. Detta bidrar till att ordet effektivisering hos många leder tankarna till försämring av den personliga arbetssituationen.

Ur företagets perspektiv är det förstås nödvändigt att ständigt effektivisera driften eftersom företaget verkar på en marknad med hård konkurrens.

### **Ökad bekvämlighet underlättar förändringar**

Åtgärder som leder till ökad bekvämlighet för personalen, och samtidigt effektivare energianvändning, är lätta att införa. Bekvämligheten kan ökas t ex genom att vissa arbetsmoment automatiseras, att risken för driftstörningar minskas etc.

Detta är ju inget överraskande men det är lätt att glömma bort denna faktor i diskussioner om tänkbara åtgärder.

### **Lösningar på problem som personalen inte känner till**

Förslag utifrån på energieffektiviseringsåtgärder, som ingen inom processavdelningen har tänkt på, kan lätt uppfattas som ”lösningar på problem som personalen inte visste om att de hade”. Detta innebär att listan över problem som ska hanteras ökar och man ska ta ställning till den föreslagna lösningen.

Det är naturligtvis mycket lättare att få gehör för förslag som innebär att föreslagna åtgärder löser problem som personalen redan känner till och som samtidigt effektiviserar energianvändningen.

### ***Spara kronor***

Vi lever i en ekonomisk värld och alla förstår kronor. Att enbart redovisa i energitermer som MWh, GWh etc gör budskapet svårt att förstå. Hur mycket motsvarar t ex 350 GWh i pengar? Det krävs en insats för att räkna om till kronor vilket försvårar förståelsen av energiinformationen.

### ***Arbetsbyte***

Ibland kan det vara läge för ett ”arbetsbyte”. Ett konkret exempel är följande. Stålverkschefen behövde en säkerhetsanalys av brännarsystemen inom stålverket. Eftersom Johan har erfarenhet av detta erbjöd han sig att genomföra denna analys men som motprestation skulle stålverkschefen se till att en lista över tänkbara energieffektiviserande åtgärder togs fram. Detta ökade kunskaperna om energianvändningen inom stålverket samtidigt som de åtgärdsförslag som kom fram var ”Invented Here” och inte kom från utomstående personer.

### ***Driftpersonal tänker på driften men kanske inte på pengar***

Det är vanligt, och föga förvånande, att driftpersonalen i första hand ser till att driften fungerar och inte närmare analyserar på vilka möjligheter det faktiskt finns att köra processen så snålt som möjligt och därmed mer ekonomiskt.

### ***Lägg in regelbunden uppföljning efter åtgärder***

En regelbunden uppföljning med hjälp av nyckeltal är en förutsättning för att inte den lägre energianvändningen som uppnåtts successivt ökar till den gamla nivån. Detta gäller speciellt åtgärder där personalens agerade/körsätt/vanor har en viktig påverkan på energiförbrukningen.

### ***Det finns mycket mer att göra!***

Trots att en hel del åtgärder har genomförts finns det mycket mer att göra inom verket som kan leda till mycket lönsam energieffektivisering.

Inom verket finns även 2000 GWh spillvärme per år som i dagsläget inte återvinns eftersom det saknas avsättningsmöjligheter som uppvisar rimlig lönsamhet.

## BILAGA 1, En översikt av verksamheten

(Källa: SSAB Oxelösund Miljörapport 2005)

### Inledning

Verksamheten i Oxelösund producerar både färdig plåt och halvfabrikat i form av stålämnen i en mängd olika kvaliteter.

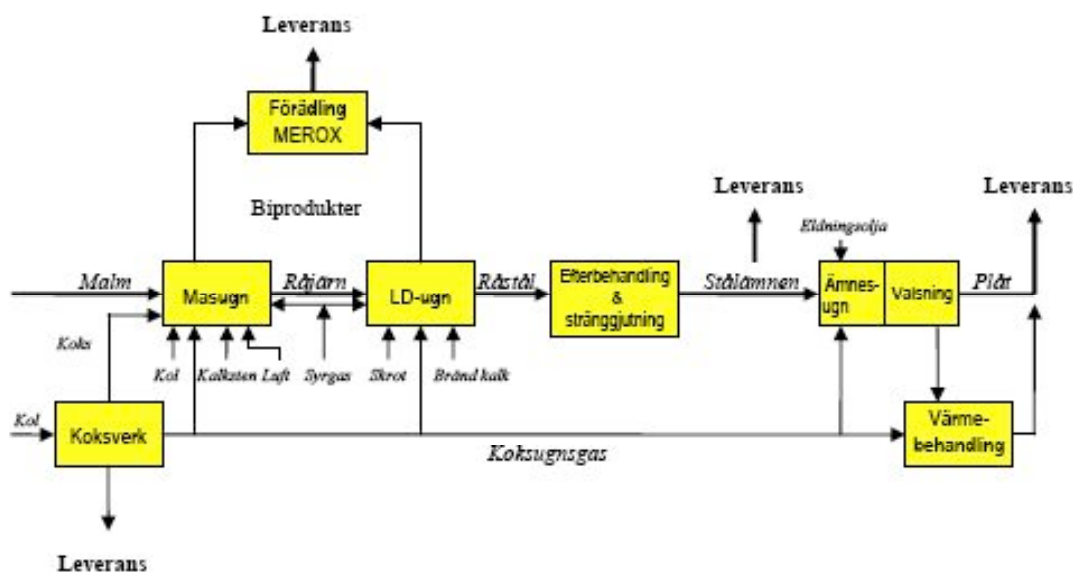
**Ämnestillverkningen** är ca 2 ggr större än den mängd som kan valsas i det egna valsverket. Övriga ämnen säljs i huvudsak till vårt systerföretag SSAB Tunnbrått AB i Borlänge, för vidare valsning till tunnplåt. En mindre del ämnen säljs till externa kunder i Europa, USA och Asien.

**Plåten** som valsas i Oxelösund är sk grovplåt (5-155 mm) och säljs både till enkla stålkonstruktioner och till mycket avancerade tillämpningar där hög hållfasthet, svetsbarhet, slitstyrka mm behövs. Vid ståltillverkningen bildas stora mängder slagg och andra restprodukter. Mängden motsvarar ca 50 % av ämnesvikten.

**Biprodukterna** upparbetas och återcirkuleras eller säljs externt av det helägda dotterbolaget Merox AB. Merox hanterar även det avfall som deponeras i därför avsedda deponianläggningar.

### Från järnmalm till grovplåt, en översikt.

Huvuddragen vid tillverkning av plåt framgår av nedanstående flytschema.



### Järnmalm

Järnmalmen levereras till Oxelösund i form av kulsinter (pellets) från LKABs gruvor i Malmberget. Utlastningen sker i Luleå i stora prämar, som efter bogsering lossas i Oxelösunds hamn.

Vid gruvan malar man den utsprängda malmen för att lättare anrika fram så hög järnhalt som möjligt. Efter anrikningen rullas och bränns malmen ihop till kulor på ca 12 mm. Kulformen behövs för att man senare skall kunna driva luft i genom dessa i samband med smältningen i masugnarna. Malmen förekommer som en förening mellan järn och syre, en sk järnoxid (FeO).

### Masugnen

Första steget i tillverkningen av ämnen eller plåt är den sk masugnssprocessen, där järnoxiden i malmen reduceras till råjärn. Reduktionen sker med koks och kol, i ett ca 25 m högt cirkulärt ugnsschakt. I detta schakt tillsätts malmen (kulsintret) och koks uppifrån. Underifrån blåses het luft in (1100 grader).

I masugnen sker två viktiga saker:

Dels sker kemiska reaktioner med slutresultatet att syret (O) i malmen reagerar med kolet (C),

som finns i koksen och avgår som gaserna koldioxid (CO<sub>2</sub>) och kolmonoxid (CO). Dels bringas materialet att smälta och samlas i botten på ugnen. Kvar blir då flytande råjärn och slagg. I den smälta slaggen ingår då icke järnhaltiga rester från malmen, samt askan från den förbrända koksen. För att underlätta denna slaggbildning tillsätts även kalksten i masugnen. Masugnen tappas på flytande råjärn och slagg genom ett tapphål i botten på ugnen. Råjärnet hamnar i ett stort eldfast kärl (torped), som går på järnvägsräls, för vidare förädling i LD-ugnen. Slaggen transporteras också på järnväg för svalning och vidareförädling till bl.a. hyttsten och Merit 5000 hos SSAB Merox AB. Avgaserna från masugnen renas dels genom torr avskiljning vilket ger vad vi kallar hyttstot och del genom våt avskiljning som ger hyttslam. Den renade gasen energiåtervinns i vårt kraftverk.

Vid tappning av masugnen frigörs stora stoftmängder som samlas upp via utsugfilter. Vid start och stopp av masugnen måste man under kortare perioder släppa ut orenad masugns gas på toppen av masugnen.

### **Koksverket**

Till smältning av malmen i masugnen behövs koks. Koksen har som uppgift att fungera som bränsle och reduktionsmedel, men också att genom sin styckeform stötta övrigt material inne i masugnen och se till att gas kan passera genom ugnen. Koksen erhålles genom att det grusliknande råkolet hettas upp utan lufttillträde i ca 20 tim så att det koksar, dvs först mjuknar till en plastisk massa, som sedan stelnar till koks. Koksningen sker i hundra parallella ugnar. Samtidigt avges stora mängder brännbar koksugns gas. Ur koksugns gasen utvinns bensen och tjära i ett biproduktverk. Gasen renas även från svavel som överförs till svavelsyra som i sin tur används för att framställa ammoniumsulfat. Den renade gasens energiinnehåll tillvaratas senare i processkedjan för att hetta upp de utgjutna stålämnen till valsningstemperatur, samt för värmebehandlingar av plåt. Vid tömning (tryckning) av koksugnarna och släckning av koksen sker betydande stoftutsläpp. Dessa övervakas genom att man via ett index bedömer hur mycket det ryker vid tryckning.

### **Kraftverket**

I vårt kraftverk återvinns överskottsenergin i våra processgaser. Därmed kan vi tillgodose en stor del av vårt elbehov samt generera all ånga som behövs i våra processer. Vi förser dessutom stora delar av Oxelösunds kommun med fjärrvärme.

### **LD-ugnen**

LD-ugnen är en konverter som består av ett tegelinfodrat plåtkärl med en höjd på ca 8,5 m och en diameter på ca 6.5 m. Kärllet är tippbart för påfyllning av råvaror resp urtappning av det färdiga stålet.

Råjärnet innehåller ca 4% kol. I vår LD-konverter minskas denna kolhalt till under 0,1% genom att blåsa på syrgas. Vid denna process oxideras en del föroreningar och tas upp som fasta oxidföreningar i slaggen medan kolet avgår som koloxid (CO) via avgaserna. För att ta upp de oxidiska föreningarna i slaggen tillsätts bränd kalk som slaggbildare. Ca 20 % skrot tillsätts också för att hålla ned temperaturen vid blåsningen. Efter blåspeioden återstår ett råstål som alltid har en likartad analys. I samband med tappningen till gjutskänken tillsätts sedan olika legeringsämnen för att ge det färdiga stålet önskvärda egenskaper.

LD-slaggen transporteras i speciella grytor för svalning och vidareförädling hos Merox AB. LD-slaggen luftkyls och siktas sedan till olika fraktioner av LD-sten. Värmen i avgaserna tas tillvara via värmeväxlare därefter avskiljs stoftet från gaserna som sedan facklas. Det är för närvarande inte ekonomiskt/tekniskt försvarbart att i nuläget energiåtervinna dessa gaser som har ett ganska lågt energivärde.

### **Skänkbehandling**

Fortsatt behandling av stålet sker i två olika ugnstationer (SU och TN). I dessa homogeniseras stålet samt slutjusteras sammansättningen genom ytterligare legeringstillsatts. Vid SU-stationen finns möjlighet att vakuumbehandla stålet. Utsläpp vid dessa stationer sker huvudsakligen som stoft som samlas upp i filter via utsugssystem. Vakuumbehandlingen ger dock upphov till ett förorenat vatten som är en betydande del av våra metallutsläpp till Älöfjärden.

### **Stränggjutning**

Det flytande stålet från LD-ugnen levereras till stränggjutningsmaskinen i skänkar om ca 200 ton/st. Skänkarna förflyttas med traverskranar. I stränggjutningsmaskinen formas och kyls



stålet till en lång sträng med en tjocklek av ca 250 mm och en bredd på ca 1500 mm. För varje skänk kyls energi motsvarande 45000 kWh bort. Detta motsvarar årsförbrukningen hos 1-2 villor med direktverkande el. Olika format kan ställas in. Strängen kapas sedan med gasolskärbrännare till förutbestämda längder till sk ämnen eller slabs. Innan ämnena säljs eller levereras till vårt valsverk synas ytorna och eventuella sprickor slipas bort i en stor ämnesslipmaskin. För att kyla stålet vid stränggjutning används stora mängder vatten. Delar av detta förångas och släpps ut över stålverkets tak. Resterande vatten återförs, kyls och renas innan det återanvänds.

### **Plåtvalsning**

De nu färdiga ämnena värmes upp i sk genomskjutningsugnar till ca 1200 grader. Som bränsle i ugnarna utnyttjas nu den gas som bildas i kokverket. Det färdigvärmda ämnet passerar på rullbanan fram till plåtvalsverket en vattenbläster där glödskalet spolats bort. Glödskalet skulle annars valsas in i plåtytan och ge upphov till ytfel. Plåtvalsverket är ett reversibelt kvartoverk. Uttrycket kommer av att verket kan köras i båda riktningarna samt att det har fyra valsar: 2 arbetsvalsar och 2 stödvalsar. Stödvalsarna tar upp valskraften från arbetsvalsarna så att plåten kan valsas jämntjock.

När ämnet valsats ut till önskad längd, bredd och tjocklek har vi erhållit en sk råplåt. Råplåten riktas och går sedan ut på någon av svalbäddarna, där den kyls till rumstemperatur. Råplåten synas, ev ytfel slipas bort och går vidare till formatering. Formatering utföres antingen med mekanisk klippning i en saxsträcka eller med gasskärning. Råplåten erhåller härvid sina slutliga av kunden beställda dimensioner och kallas nu order eller lagerplåt.

### **Värmebehandling**

Slitstyrka, hållfasthet och seghet kan ytterligare påverkas genom olika värmebehandlingar av den färdigvalsade plåten. För Oxelösund är just dessa extra egenskaper, som plåten kan få, vår viktigaste försäljningsnisch. Normalisering och seghärdning är de värmebehandlingar som kan utföras. Genom normalisering av plåtarna förbättras segheten. Vid normalisering värms plåten till 900°C och får därefter svalna fritt i luften. Behandlingen innebär att man åstadkommer en finkornigare struktur i materialet, genom att den genom valsningen utsträckta och oregelbundna stålstrukturen ombildas till flera korn och rundare kornstruktur.

Genom seghärdning av plåtarna påverkas hårdhet och slitstyrka. Vid seghärdningen värms plåten först till ca 900°C. Därefter sprutas vatten av högt tryck mot plåtens bäge sidor så att temperaturen i plåten snabbt sjunker till rumstemperatur (härdning). Efter släckningen hettas plåten upp ytterligare en gång till ca 600°C (anlöpning) och får därefter luftsvälva, för att önskad kombination av hållfasthet och seghet skall uppnås.

### **Ytbehandling**

Ca 20% av vår plåt levereras i blästrat och rostskyddsmålat utförande, vilket utföres i en kontinuerligt arbetande anläggning. Anläggningen består av blästringsdel, målningskabin och torkrum. Avgaserna från målningsanläggningarna renas innan de släpps ut till luften.

### **Utlastning och leverans**

Leveranser sker med både lastbil, järnväg och båt. En stor del går via SSAB:s egen hamn.