

JERNKONTORETS ANNALER

NR 3 • 2013 • ÅRGÅNG 197



6 Stålkretsloppets värde
för miljö och ekonomi
kan räknas i miljarder

15 Laseranalys av
metallskrot ger
stora vinster

9 Avancerade, starkare och
beständigare stålsorter
är nyckeln till hållbar
samhällsutveckling

Omslagsbild: Ruukki.

Nya avancerade stål ger stora, positiva miljöeffekter. De gör det möjligt att tillverka lättare konstruktioner och bidrar samtidigt till mer energi- och materialeffektiva tillverkningsprocesser.

Innehåll

Stålkretsloppet på rätt väg5	Metoder för ökat metallutbyte..... 19
Stålkretsloppet överträffar målen	Legeringsämnen ska stanna i stålet
Stålkretsloppets värde för miljö och ekonomi.....6	LD-slaggen är en vanadingruva 20
Stålforskning ger hållbar utveckling	Vanadin för miljarder
Industrin aktiv i Stålkretsloppet 10	Slaggers outnyttjade miljövärde.....21
Unikt samspel ger resultat	Slagg sparar naturresurser
Fakta om Stålkretsloppet 13	Varmvalsning med ökat miljövärde 22
Stålkretsloppets hörnstenar	Kallare varmvälsning ren miljövin
Ökad återvinning ger förtjänster 14	Nytt stål med miljöfördelar 23
Nu finns skrotgårdsmetallurgi	Nytt stål för hållbar utveckling
Laseranalys för finare skrot..... 15	Beteendeanalys viktigt verktyg 24
Laserskott skärper analysen	Vilka attityder styr miljöbeslut?
Finfördelning lönande koncept..... 16	Livscykelanalyser rätt väg..... 25
Finfördelat skrot får högre värde	Livscykelanalyser visar vägen
Värdefulla legeringar i stålskrot..... 17	Ekonomi 26
Höjda gränser för koppar	Deltagare 26
Effektiv förvärmning och ytrensning..... 18	Information och kontakt 27
Miljövin	

STÅLKRETSLOPPETS SLUTDOKUMENT FÖR KUNSKAPEN VIDARE:

Evaluation report 2004-2012
 Scientific report 2004-2012
 Faktaboken 2004-2012
 Hemsidan: www.stalkretsloppet.se



Grusväg anlagd med Hyttsten (masugnsslagg) från SSAB.
Foto: Bo Björkdal

Stålkretsloppet på rätt väg

Efter åtta intensiva år är forskningsprogrammet Stålkretsloppet avslutat. På punkt efter punkt överträffar resultaten de mål som fanns när programmet startade år 2004. Det visar sig dessutom att miljöförbättringar av tillverkningsprocesser eller utveckling av lättare och starkare stålsorter leder till stora positiva effekter både hos råvaruleverantörer och vid användning av produkter tillverkade av moderna stål.

Stålkretsloppet är helt enkelt en hävstång som snabbt ger tydliga miljöförbättringar. Det framgår bland annat av de livscykelanalyser som ingår i forskningsprogrammet.

Stålkretsloppet är det första övergripande miljöforskningsprogram som syftar till att stärka stålets kretslopp och ytterligare öka det svenska stålets värde i samhället. Stål har unika egenskaper och kan gång på gång smältas om till nytt stål för tillverkning av nya produkter. Det är ett av världens mest använda konstruktionsmaterial och miljöförbättringar av tillverkningsprocesser eller utveckling av lättare och starkare stål har därför stor betydelse i samhället.

Stålkretsloppet har haft som mål att förverkliga visionen om ”En sluten tillverkning och användning av stål i samhället”.

Forskningsprojekten i programmet har skapat nya kunskaper och tekniker om hur vi kan öka utbytet av järn och legeringsmetaller, hålla dem kvar i kretsloppet och samtidigt minska både användningen av energi och utsläpp av till exempel koldioxid.

För att garantera att process- och produktutvecklingen leder till miljöförbättringar har det ingått i programmet att också utveckla metoder som på ett nytt sätt analyserar och värderar stålets miljöfördelar.

På de följande sidorna finns en sammanställning av forskningen inom Stålkretsloppet från starten år 2004 fram till avslutningen vid årsskiftet 2012. Här redovisas också forskningsprogrammets koncept och ett antal intervjuer med företrädare för industrier, högskolor och institutioner som på olika sätt tagit del av forskningen. Mer detaljerad information finns på Stålkretsloppets hemsida www.stalkretsloppet.se.

Stålkretsloppet har finansierats av Stiftelsen för miljöstrategisk forskning, Mistra, och stålindustrin i samverkan med gruv-, verkstads- och återvinningsindustrin.

Den första fasen av Stålkretsloppet genomfördes under åren 2004–2008. Resultatet var så positivt att Mistra beslutade att investera i ytterligare en fyraårig forskningsperiod. Den pågick fram till utgången av år 2012.

I dag är svensk stålindustri på väg att införa flera av de nya tekniker och metoder som utvecklats inom ramen för Stålkretsloppet. När Sverige ökar produktion och export

av nya, starkare och beständigare stål betyder det också att slutprodukterna som levereras har ett högre miljövärde. Det stärker industrins konkurrenskraft och är ett viktigt steg på vägen mot en långsiktigt hållbar utveckling på miljöområdet.



Stål är ett unikt konstruktionsmaterial. Stål har ett eget kretslopp och kan smältas om gång på gång utan att förlora sina egenskaper.

Stålkretsloppets värde för miljö och ekonomi

Forskningsprogrammet Stålkretsloppet stärker den svenska industrins konkurrenskraft genom att medverka till en hållbar utveckling inom stål och miljö. Programmet är internationellt uppmärksammat och ett framgångsrikt exempel på tvärvetenskaplig forskning med miljöförtecken.

Med ett livscykelperspektiv, som omfattar hela kedjan från råvaror och ståltillverkning, användning av stål i produkter fram till återvinning och omsmältning till nytt stål, visar Stålkretsloppet på miljöforskningens möjligheter. Forskningsresultaten leder till mindre miljöpåverkan inom flera områden och de största fördelarna finns att hämta före och efter ståltillverkningen – om man ser till ett livscykelperspektiv.

Positiva miljöeffekter

Dagens miljödebatt tar enbart hänsyn till stålindustrins lokala verksamhet. Det sker ingen samhällsvärdering av miljönyttan av nya tillverkningsprocesser eller nya stålsorter som tillverkas och används i samhället. Stålkretsloppets forskning och livscykelvärderingar visar nu att nya stål och effektivare tillverkningsprocesser ger stora positiva miljöeffekter för samhället som helhet. Det är rimligt att ståltillverkarna får tillgodoräkna sig denna miljöeffekt när samhällsnyttan av stål-, gruv- och återvinningsindustrin debatteras.

Nära samarbete

Miljöforskningsprogrammet Stålkretsloppet startade 2004 på initiativ av svensk stålindustri. Det har genomförts i nära samarbete med gruvnäringen samt återvinnings- och tillverkningsindustrin. Viktiga forskningsinstanser vid högskolor och institut har engagerats för att genomföra forskningen. Samspelet har gett deltagarna möjlighet att utveckla spetskompetens på miljöområdet. Stiftelsen för miljöstrategisk forskning, Mistra, möjliggjorde forskningen genom sitt finansiella bidrag. Projekten inom Stålkretsloppet avslutades 2012.

Svensk stålindustri, som är världsledande inom flertalet stålsorter, kan börja använda starka miljöargument i sin affärsverksamhet tack vare Stålkretsloppets resultat.

De nya kunskaperna blir dessutom värdefulla vid utveckling av nya stålprodukter och tillverkningsprocesser. En extra fördel är att Stålkretsloppets aktiviteter har förberett stålindustrin för nya förutsättningar på miljöområdet.

Hela stålets kretslopp

Forskningen har varit inriktad på en rad tekniska åtgärder inom användning, återvinning och tillverkning av stålprodukter. Aktiviteterna fördelades så att de omfattar hela stålets kretslopp. Detta öppnade för möjligheten till stor kunskapsväxling inom Stålkretsloppet.

Ökade kunskaper

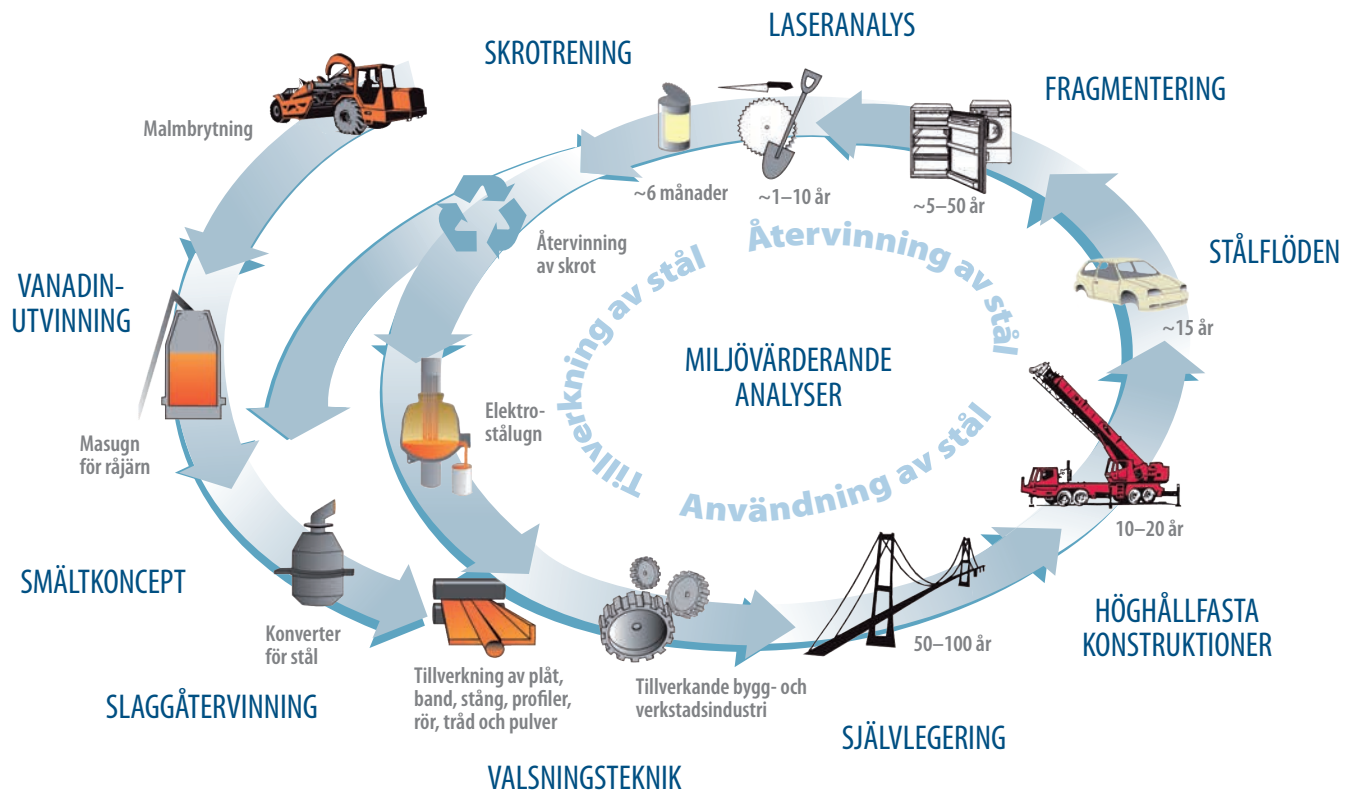
Inom området återvinning av stål har forskningen väsentligt ökat kunskapen om stålets och stålskrotets flöde i samhället, utvecklat tekniker för effektivare sortering av insamlat skrot och en ny analysmetod av skrotets metallinnehåll och ytbeläggning. Ett nytt sätt att ytrena skrot före smältning av stål har utvecklats. Metoden hushållar med energi och bidrar till en minskning av stålverkens emissioner av metaller och organiska ämnen.

Metall ur slagg

Inom området tillverkning av stål visar forskningen hur utbytet av till exempel vanadin, krom och molybden kan ökas i ståltillverkningsprocesserna. Lyckade försök visar att metaller som vanadin och mangan kan utvinnas ur den slagg som bildas vid ståltillverkningen. Kombinerat med ökad kunskap om metallernas egenskaper i slagg har nya möjligheter öppnats för användning i väg-, bygg-, cement- och isoleringsmaterial.

Stål en hävstång

Med hjälp av livscykelanalyser kan den potentiella minskningen av miljöpåverkan beräknas baserat på antagandet



att de nya tillverkningsmetoderna används inom stål- och återvinningsindustrin. Tabell 1 visar att åtgärder inom ståltillverkningen är en hävstång som leder till en betydligt större miljöeffekt inom råvarutillverkningen. Ur ett livscykelperspektiv blir då den totala miljöeffekten 4-6 gånger större än vad som kan avläsas begränsat till ståltillverkningen.

Miljöekonomiskt värde

Utgående från officiella kostnader för energi, legeringsmetaller och utsläppsrätter för koldioxid kan framtagna tillverkningstekniker ges ett potentiellt miljöekonomiskt värde. Tabell 2 visar resultatet av en sådan beräkning där summan avser hela värdekedjan. Sammantaget motsvarar den samhällsekonomiska potentialen nära 3 miljarder kronor per år. Till detta ska läggas det minskade behovet av deponering, värdet av utvunna metaller, till exempel vanadin ur slagg som har i sig ett marknadsvärde på närmare 1 miljard kronor per år.

Stark ekonomisk drivkraft

Beräkningen pekar på att effektivare energianvändning svarar för mer än 75 procent av det samhällsekonomiska värdet. Det innebär att industrins ekonomiska drivkraft

Process/Miljö	Koldioxid kton/år	Energi GWh/år
Råvarutillverkning	- 1 100	- 4 100
Ståltillverkning	- 200	- 1 200
Summa	- 1 300	- 5 300

Tabell 1. Lägre miljöpåverkan ur ett livscykelperspektiv om Stålkretsloppets tillverkningstekniker tillämpas i stål- och återvinningsindustrin.

Process /Ekonomisk effekt	Koldioxid [MSEK/år]	Energi [MSEK/år]	Material [MSEK/år]	Totalt [MSEK/år]
Råvarutillverkning	- 66	- 1743		- 1809
Ståltillverkning	- 8	- 473	- 573	- 1054
Summa	- 72	- 2216	- 573	- 2864

Tabell 2. Potentiell samhällsekonomisk förbättring om Stålkretsloppets tillverkningstekniker kan tillämpas i stål- och återvinningsindustrin.



för att genomföra Stålkretsloppet resultat i första hand är de ekonomiska fördelarna av de material- och energibesparingar som Stålkretsloppet forskningsresultat kan leda till, inte kostnaden för utsläppsrätter av koldioxid. Det framtida priset på utsläppsrätter är svårt att förutsäga, men först vid 30 gånger dagens nivå på cirka 60 kronor per ton blir de kostnader som härrör från koldioxidutsläpp jämförbara med värdet av den minskade energiförbrukning som Stålkretsloppet påvisar.

40 procent lättare

Stålkretsloppet har även miljövärderat ett tiotal stålkonstruktioner där avancerade höghållfasta stål ersatts med konventionella stål. Genom att använda starkare och beständigare stål är det möjligt att spara upp till 40 procent av vikten i stålkonstruktioner. Sänkt vikt leder till hushållning med naturresurser vilket här ger mindre miljöpåverkan i alla led. Används de nya stålsorterna för att utveckla till exempel lättare fordon sparas bränsle under användningstiden och effekten ökar ju längre fordonen rullar. Forskningen visar att miljöpåverkan blir lägre även för byggnader.

Om till exempel 1 miljon ton av dagens avancerade stål ersätter 1,3 miljoner ton traditionella stål inom väg fordonsssektorn blir effekten betydande. Tabell 3 visar att den minskade mängden stål innebär att användningen av energi och utsläppen av koldioxid vid tillverkningen av stålet svarar för 10 procent av den lägre miljöpåverkan. 90 procent av miljövinsten uppkommer genom minskat bränslebehov under användning. Totalt

sett innebär minskad energianvändning under fordonens livslängd en sammantagen förbättring på 31 000 GWh energi och 8 000 kton koldioxid. Det är mer än hela svenska stålindustrins årliga användning av energi och utsläpp av koldioxid.

Process/Miljö	Koldioxid, tusen ton	Energi GWh
Råvaror	- 200	- 850
Ståltillverkning	- 500	- 2 150
Fordonsanvändning	- 7 300	- 28 000
Summa	- 8 000	- 31 000

Tabell 3. Potential för minskad miljöbelastning om en miljon ton höghållfast stål ersätter 1,3 miljoner ton konventionellt stål i Europas fordonsflotta.

Billigare och lättare arena

Miljöfördelarna för fasta konstruktioner blir inte lika stor, men de relativa besparingarna kan bli betydande. Ett exempel som visar detta är resultatet av en livscykelanalys som gjorts av Friends Arena i Solna. Genom att använda höghållfast stål i takkonstruktionen har vikten kunnat minska med 584 ton till 4 000 ton och kostnaden kunde samtidigt reduceras med 23 miljoner kronor.

Ekonomiska fördelar

Den ekonomiska nyttan av att ersätta konventionella stål med avancerade stål kan beräknas genom antagandet att svensk stålindustri varje år levererar 1,3 miljoner avance-



Stålkretsloppets forskning omfattar hela stålets värdekedja.

rade stål till den europeiska marknaden. Hälften används inom fordonsflottan och hälften för fasta, så kallade passiva konstruktioner.

Område	Miljö		Ekonomi		
	Koldioxid [kton]	Energi [GWh]	Koldioxid [MSEK]	Energi [MSEK]	Totalt [MSEK]
Ståltillverkning	- 295	- 1 180	- 19	- 568	- 587
Fordonsanvändning	- 1 000	- 4 240	- 835*	- 4727	- 5562
Totalt för fordon	- 1 295	- 5 420	- 854	- 5295	- 6149
Passiva konstruktioner	- 560	- 2 285	- 36	- 1100	- 1136
Summa	- 1 855	- 7 705	- 890	- 6395	- 7285

*) Beräkningen bygger på den svenska koldioxidskatten på bränsle, utslagen på hela volymen. Den svenska delen motsvarar 20 procent.

Tabell 4. Tabellen visar den årliga beräknade minskningen av koldioxidutsläpp, sänkt energianvändning och de ekonomiska fördelar som uppkommer om svensk stålindustri skulle öka exporten av avancerade stål för att uppgradera fordon och fasta konstruktioner.

Tabell 3 visar den minskade miljöpåverkan och de ekonomiska fördelar som uppkommer i olika led.

Tabellen visar nyttan av att införa avancerade stål i konstruktioner. Energianvändningen förbättras med 7,7 TWh och koldioxiden med 1,8 miljoner ton vilket innebär ett samhällsekonomiskt värde på 7,3 miljarder per år.

Slutsatsen är att utveckling och ökad användning av avancerade, starkare och beständigare stålsorter är en nyckel till hållbar samhällsutveckling. Den av Mistra finansierade forskningen i Stålkretsloppet har visat att detta är en effektiv miljöåtgärd som kan ge både minskad miljöpåverkan och samhällsekonomiska vinster.

SUMMERING

Stålkretsloppets resultat:

- Nya avancerade stål ger stora, positiva miljöeffekter. De gör det möjligt att tillverka lättare konstruktioner och bidrar samtidigt till mer energi- och materialeffektiva tillverkningsprocesser.
- Nya verktyg, som effektiviserar och förenklar industrins arbete för en långsiktig hållbar utveckling på miljöområdet.
- Ökat kunskapsutbyte mellan forskare och industri.
- Processtekniken som utvecklats i Stålkretsloppet ger ekonomiska och miljömässiga fördelar.
- Stålintustrins miljöförbättringar är en hävstång och ger större effekt både före och efter ståltillverkningen.
- Starkare och beständigare stål ger stora miljöeffekter på aktiva konstruktioner som fordon, men också för fasta stålkonstruktioner.
- Det finns starka miljömässiga och samhällsekonomiska skäl att ha ett livscykelperspektiv inför beslut om finansiering av nya forskningsprojekt.
- Ökad utvecklingstakt av processtekniker och forcerad användning av nya avancerade stålsorter är en nyckel till en långsiktig hållbar utveckling i samhället.
- Mistras medfinansiering av Stålkretsloppet har gett miljöfrågan en tydligare position hos deltagande företag.

Industrin aktiv i Stålkretsloppet

Stålkretsloppet stärker den svenska industrins konkurrenskraft genom att bidra med resultat som medverkar till en hållbar utveckling inom den betydande samhällsektorn – stål. En rad stora svenska företag och institutioner har medarbetat aktivt i forskningsprogrammet och ser mycket positivt på såväl resultat som erfarenheter.

Forskningen inom Stålkretsloppet har skett i nära samarbete med en rad industrier och institutioner. Företagens representanter understryker att de avancerade höghållfasta starkare och beständigare stålen kan bli viktiga verktyg i konkurrensen på alla marknader och att miljöfördelarna snabbt blir väldigt stora. Produkter av stål säljs ofta i stora volymer.

Ett exempel är *Ikea*, som varje år har ungefär 655 miljoner besökare i sina varuhus. Vad skulle hända om 655 miljoner gjorde små förändringar i sitt sätt att leva?

Ikeas miljöstrategi handlar dels om att sprida goda idéer om hur man kan leva lite miljösmartare, dels om att utveckla nya produkter med högt ställda krav på miljöegenskaper. Det är här som företagets engagemang i forskningsprogrammet Stålkretsloppet kommer in i bilden.

Lars Alnblad, material specialist Metall inom Material och Teknikutveckling, har representerat Ikea i Stålkretsloppets forskningsprojekt Höghållfasta konstruktioner.

– Genom att vara med i Stålkretsloppet får vi del av specialistkunskap som ger oss möjligheter att utvärdera hur vi kan påverka vår värdekedja för en bättre miljö och ett mer hållbart samhälle, säger han.

Vilka är era erfarenheter hittills?

– Arbetet har hjälpt oss att förstå på vilka sätt olika material påverkar miljön, säger Lars. Samtidigt fick vi bättre insyn i hur stålindustrin arbetar med miljöfrågor.

Det har funnits många skäl för *Volvo Personvagnar* att satsa på Stålkretsloppet. Först och främst är miljöhänsyn är ett av de tre kärnvärden, som ligger till grund för all verksamhet inom Volvo Personvagnar. Samtidigt finns det starka kopplingar mellan flera av forskningsprojekten i Stålkretsloppet och Volvos övriga kärnvärden, säkerhet och kvalitet.

Volvo har valt att satsa på stål i alla karosser och utvecklingen går mot en kraftig ökning av andelen avancerade höghållfasta stål. Det handlar dels om säkerhet och kvalitet, dels om att sänka vikten på karosserna.

– Vi ser ett tydligt trendbrott när det gäller vikten, säger Hans Lindh, ansvarig för Kaross, Ytbehandling och Exteriörutveckling på Volvo Personvagnar, och ledamot i styrelsen för Stålkretsloppet. De nya bilarna blir lättare än föregångarna. Det är viktigt för att vi ska nå målen när det gäller bränsleförbrukning.

Stålkretsloppet ger en bred bild av materialets hela livscykel.

– Just bredden är viktig för oss, förklarar Hans Lindh. Vi



Föredragshållarna vid Stålkretsloppets slutkonferens, fr v Jan-Olof Sperle, Jonas Gurell, Guozhu Ye, Alicia Gauffin, Göran Andersson. Stina Alriksson, Fredrik Engström, Björn Haase, Jarl Mårtensson, Gert Nilsson och Tadeus Ziewecki

får tillgång till kunskap som påverkar våra egna beslutsprocesser. I förlängningen leder det till val som gynnar miljön.

Hans lyfter fram ett av de senaste projekten i Stålkretsloppet:

– Det handlar om EcoCycle, ett verktyg för att underlätta miljövärdering, säger han. Det är en programvara som utvecklats inom ramen för Stålkretsloppet. Den är skräddarsydd för att användas av konstruktörer, som på ett väldigt konkret sätt får stöd när de ska fatta beslut om materialval och tillverkningsteknik.

Stena Recycling är Sveriges ledande återvinningsföretag och satsar på att utveckla förfinade och effektiva system för återvinning av en lång rad produkter från industri, handel och kommuner.

– Under alla år har återvinning av skrot varit en kärnverksamhet för Stena Recycling, konstaterar Ulf Arnesson, vice vd. Med den bakgrunden är vårt engagemang i miljöforskningsprogrammet Stålkretsloppet naturligt. Ju mer material som kan återföras till kretsloppet desto bättre, såväl för miljön som för kunden.

Stena Recycling har medverkat i flera projekt sedan Stålkretsloppet startade år 2004. Flera grupper och forskare har arbetat med frågor som rör skrothanteringen, både i detalj och på övergripande nivå.

– För oss är det viktigt att ständigt söka efter innovativa och miljösmarta lösningar, säger Ulf Arnesson. Det är också det som forskningen går ut på. I nästa steg leder det oftast till förbättrad effektivitet och därmed ekonomiska fördelar.



Lars Alnblad



Hans Lindh



Ulf Arnesson



Ulf Ranhagen



Stefan Söderberg



Göran Carlsson

Ulf Ranhagen, chefsarkitekt Stadsbyggnad på Sweco och professor i samhällsplanering på KTH, har lång erfarenhet av att arbeta i forskningsprojekt som har som mål att åstadkomma förändringar av samhällsplanering och byggande.

– I det här programmet är det ett nära samarbete mellan forskarna och industrin, säger han. Det är viktigt, men framför allt handlar det om att Stålkretsloppet har en helhetssyn, det vill säga täcker in stålets hela kretslopp, från råvaror via färdiga produkter fram till återvinning. Det är när stålframställningen betraktas som system som vi kan se hur miljöpåverkan egentligen ser ut.

Ulf är specialist på komplexa system och lösningar inom samhällsplanering. Det handlar bland annat om att utveckla samverkansmodeller för framtidens stadsbyggande. Det är under det arbetet han kommit i kontakt med Stålkretsloppet.

Avancerade höghållfasta stål kan få en viktig roll i framtidens stadsbyggande.

– Stora städer med allt fler människor kräver djärva lösningar, säger Ulf. Det innebär till exempel att vi behöver smarta material. Jag kan tänka mig att höghållfast stål är precis det som behövs för de smäckra och flexibla konstruktioner som vi vill ha i framtiden.

– Det är egentligen väldigt enkelt att förklara varför jag uppskattar arbetet inom miljöforskningsprogrammet Stålkretsloppet, säger Staffan Söderberg, vd för Swerea KIMAB. Forskningen handlar om viktiga frågor för oss alla – om förutsättningarna för en långsiktigt hållbar utveckling. Det är helt i linje med våra mål.

Inom ramen för Stålkretsloppet har forskare kopplade till Swerea KIMAB varit verksamma i projekt som handlar om utvecklad valsningsteknik vid stålproduktion, laseranalys av fragmenterat skrot och användning av vanadin från LD-slagg där en mellanprodukt kan fungera som legeringsämne vid ståltillverkning om särskilda hänsyn tas vid produktion.

– Alla projekten är bra exempel på områden där vi har tydliga mål och där vi når klara framgångar genom den starka fokuseringen i arbetet, säger Staffan Söderberg.

Forskningsprogrammet Stålkretsloppet startade med en första period 2004–2008. Redan innan programmet var

slut beslutade industrin och Mistra, stiftelsen för Miljöstrategisk forskning, om en förlängning med ytterligare fyra år.

– Att projekten har fått arbeta under hela åtta år är oerhört värdefullt, säger Göran Carlsson, idag vd för Swerea MEFOS, men tidigare vd för SSAB Tunnsplåt och då ordförande för Stålkretsloppets programstyrelse.

– Just långsiktigheten har gett forskarna möjlighet att tränga in djupare i de frågeställningar de arbetar med, anser han. Jag är säker på att det bidragit till att flera projekt lyckats lösa problem som industrin arbetat med länge.

Göran vill betona betydelsen av det nära samspelet mellan forskarna och industrin som kännetecknar arbetet i Stålkretsloppet.

– Men jag tycker också att det finns skäl att lyfta fram Mistras betydelse för det här forskningsprogrammet, säger Göran. Stiftelsens representanter i styrelsen har varit mycket aktiva och ställt viktiga krav. De har helt enkelt varit tydliga med vad vi kan förbättra, vilket gett väldigt bra resultat.

För ståltillverkarnas del ger forskningsresultaten ett generellt stöd för utveckling av nischprodukter, framför allt avancerade höghållfasta stål.

– Det finns bland annat ett projekt som analyserar miljövärdet av att använda lättare stålkonstruktioner, säger Göran. Det omfattar både fasta och rörliga konstruktioner och siffrorna talar för höghållfast stål i båda fallen. Här har industrin en direkt nytta av forskningsresultatet i dialogen med sina kunder.

Programfakta



Göran Andersson,
programchef för Stålkretsloppet.

”

Stålkretsloppets resultat visar att det är genom innovationer och inte med restriktioner som miljöfrågan kan lösas.

Stålkretsloppets resultat visar att användning av avancerade stål och effektivare tillverkningsprocesser leder till stora miljöförbättringar i råvaruleden och ännu större under användning av tillverkade produkter.

Tveklöst skulle en ökad utvecklingstakt av nya stål och processer vara effektivt för att begränsa växthuseffekten, minimera användningen av naturresurser och stödja en hållbar samhällsutveckling. Nyckeln är att med resurs-småla processer tillverka nya avancerade stål som möjliggör minskad vikt i konstruktioner och att allt stål återlämnas till stålindustrin när funktionen är uttjänt.

Genom sina strategiska forskningsinsatser har Stålkretsloppet visat att stålskrotets värde kan höjas, att utbytet av metaller kan ökas under smältning av stål och att värdefulla metaller kan utvinnas ur slagger. Forskningen har likaså visat vad det betyder för miljön av att ersätta ordinarie stål med avancerade stålprodukter och därigenom göra konstruktioner lättare. Utförda livscykelanalyser visar att miljöförbättringen blir betydande i byggnader och mycket stor inom transportsektorn. Helt klart så blir miljöfördelarna med avancerade stål betydligt större än miljöbelastningen vid tillverkningen av stålet. Detta är ett faktum som hittills inte prövats som en möjlighet i miljödebatten.

Stålkretsloppet har engagerat många personer i högskolor, institut och industrin. Arbetssätt och resultat har gett ett tydligt avtryck hos deltagarna vilket skapar nya

möjligheter för industrin att agera i en riktning som stödjer samhällets strävan att utvecklas i en hållbar riktning.

Forskningen inom Stålkretsloppet har genererat nya forskningsinsatser, resultat har patentsökts, nya forskningsgrupper har bildats och ny undervisning har införts på högskolor. Flera forskares resultat har uppmärksammats med officiella utmärkelser. Forskningen har präglats av en hög innovationsnivå där man på kort tid gått från idéer och grundläggande teorier till tester och praktisk användning i industrin. Framtagen teknik för livscykelanalyser ger svensk stålindustri ett försprång på miljöområdet.

Det finns mer att utveckla, till nytta för miljön. Det behövs bland annat mer kunskap om effektivare materialanvändning och effekter på hela ekosystemet, mänskliga attityder och livscykelvärderingar. Miljöfrågan är överhuvudtaget så komplex att aktiviteterna måste bli mer vetenskapligt grundade för att utvecklingen ska gå i en hållbar riktning. Detta är särskilt viktigt för stål, som under många år förblir världens mest använda och återvunna material.

Mistras och industrins gemensamma finansiering och deltagarnas engagemang har på ett framgångsrikt sätt utvecklat kunskap och tekniker inom Stålkretsloppet som nu kommer att vara till stor nytta för industrin och för samhällsutvecklingen.

Fakta om Stålkretsloppet

Forskningsprogrammet Stålkretsloppet, som finansierats gemensamt av Mistra (Stiftelsen för miljöstrategisk forskning) och stålindustrin, uppgick till närmare 230 miljoner kronor och syftade till att förverkliga visionen ”En sluten tillverkning och användning av stål i samhället”.

Stålkretsloppet har bestått av ett spektrum av projekt för att utveckla nya metoder för ökat utbyte av metaller (hushållning av naturresurser), ökad återvinning, effektivare energianvändning och minskade utsläpp av koldioxid. Projekten har använts som fallstudier för att skapa nya

instrument för att beräkna och att kommunicera stålets miljövärde ur ett brett samhällsperspektiv.

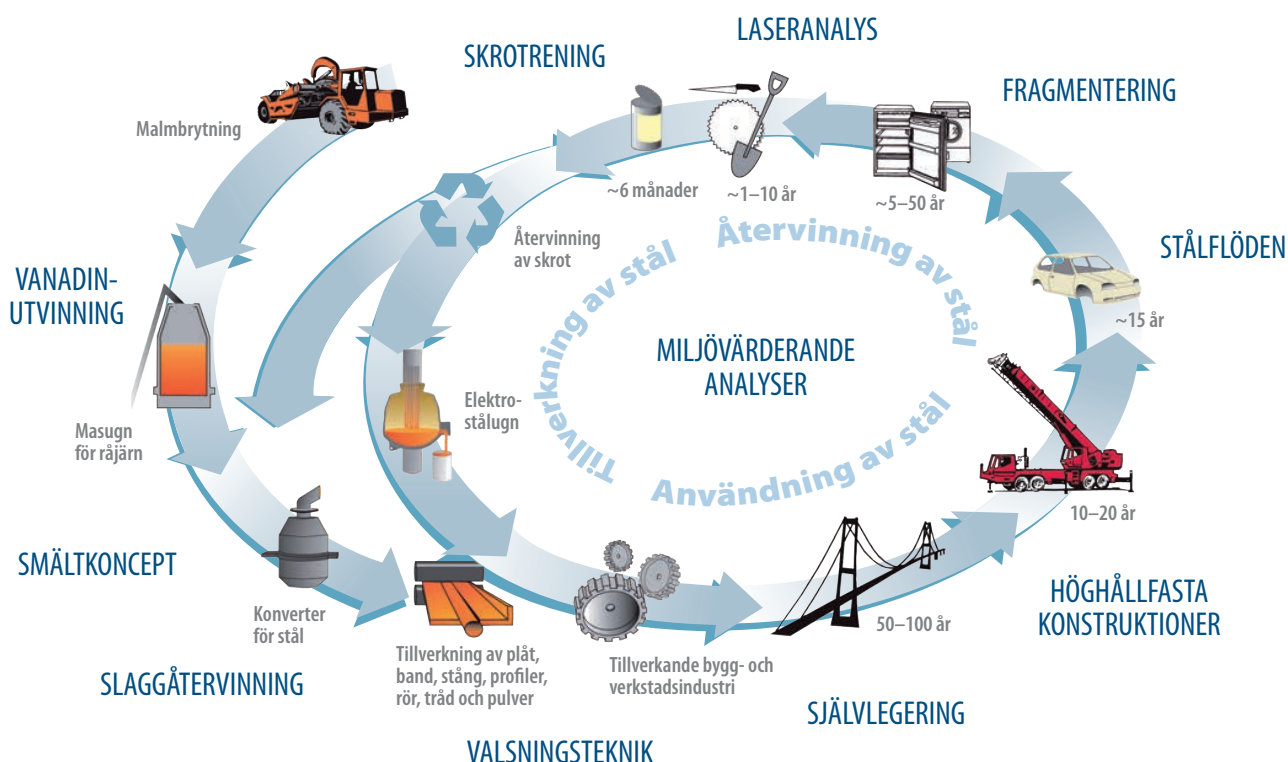
Inom det processtekniska området för framställning av stål har nio projekt miljövärderats och inom området användning av avancerade stål har tio olika konstruktioner miljövärderats. Med de kunskaper som tagits fram inom Stålkretsloppet kan stålets miljövärde verifieras ur ett livscykelperspektiv och resultaten användas för att visa stålets betydelse för en hållbar samhällsriktning.

Tillverkning av stål

Nya metoder ökar utbytet av legeringar som krom, molybden och vanadin. Slaggen blir värdefullare och kan komma till nytta och ersätta naturmaterial. Betydelsen av sådana åtgärder ger stora miljövärden ur ett livscykelperspektiv.

Återvinning av stål

Stålskrotets värde ökar genom intelligentare separering, analys och rening. Ökat utbyte av skrotet sparar naturresurser. Återvinning av legeringsämnen ger tydliga miljöeffekter.



Stålets miljövärde

Forskningsprogrammet Stålkretsloppet visar det sammanlagda miljövärdet av tekniska förbättringar av processer och nya stålsorters betydelse ur ett livscykelperspektiv. Livscykelanalysen omfattar allt från tillverkning av stålprodukter, användning av dem och omsmältning av skrot till nytt stål.

Användning av stål

Nya stålsorter ger en miljömässig hävstångseffekt. Under användning ger varje ton höghållfast stål en miljönytta långt större än miljöpåverkan under tillverkningen. I forskningen ingår att utveckla förenklade tumregler så att det blir lättare att välja miljösmarta konstruktioner och se det verkliga miljövärdet av nytt stål från ett livscykelperspektiv.

Ökad återvinning ger förtjänster

Stål är det i särklass viktigaste och mest återvunna konstruktionsmaterialet i världen. Det här projektet har utvecklat nya metoder för att analysera och utveckla recirkulationen av stål i samhället. Resultatet är bland annat begreppet skrotgårdsmetallurgi, som syftar till att förbättra och sprida kunskap om återvinningen av stål.

Syfte

Stål är det i särklass viktigaste och mest återvunna konstruktionsmaterialet i världen. När jordens befolkning höjer sin levnadsstandard växer stålkonsumtionen. Eftersom en hög specifik energianvändning är kopplad till stålframställningen ökar energikonsumtionen liksom utsläppen av koldioxid (CO₂).

Projektet har kartlagt hur stålet cirkulerar i samhället, från framställning av produkter, användning av dem och skrotning fram till smältning av nytt stål. Den ökade kunskapen om cirkulationen visar att den både kan effektiviseras och växa.

Metod

Tidigare har det varit svårt att få fram data som täcker hela kedjan. Projektet ville få fram siffror för hur återvinningen är uppbyggd i varje steg och har därför valt att arbeta med en MFA-modell (MFA står för materialflödesanalys). Där delades flödet upp i enskilda processer och sammankopplingen av processerna gav bilden av hela cirkulationen av stålet i samhället. Genom att specialstudera förlusterna i varje delprocess finns nu data som ger en realistisk bild av flödet, både i detalj och i stort. Metoden beskrivs som ett slutet kretslopp där stålet börjar som en stålprodukt och efter cirkulationen återgår till en ny stålprodukt för försäljning och användning.

Resultat

Resultatet kan sammanfattas i en MFA-modell av cirkulationen av stål i Sverige och visar stålflödet beräknat per person i förenklad form. Genomsnittspersonen använde 382 kg stål per år, vilket är normalt för ett industrialiserat land. Vi kan utläsa att uppskattat lager per person är 10 000 kg stål, vilket under året ökade med 115 kg. Förlusterna under användningen var 56 kg och under insamling och skrotning 10 kg.

Analysen visade också var förlusterna uppstår, det vill säga områden som har potential för förbättrad cirkulation av stål. Resultatet ger även underlag för hur flödena kan styras optimalt. Det nya synsättet, att beskriva stålflödet från produkt till produkt, har rönt internationellt intresse.



Materialflödesanalysen visar stålketsloppets storlek.

Metoden är relevant för stål, som har en unik recirkulerbarhet jämfört med andra material.

Erfarenheter

Forskningsarbetet har i hög grad varit tvärandustriellt och berört industrisegment som t ex stålindustri och återvinningsindustri, men flera andra grupper av stålanvändare är involverade. Till detta kommer ett tydligt samhällsintresse framförallt på insamlingssidan.

Industriell användning

Resultatet från studien är tänkt att utgöra underlag för beslut som berör stålets och skrotets cirkulation i samhället. Målet är naturligtvis att öka återvinningen av stål. De kommersiella intressena sammanfaller här helt med de miljömässiga målen.

Ett viktigt exempel på områden som är intressanta att bearbeta för att öka cirkulationen är så kallat brännskrot, cirka 60 000 ton järnråvara som årligen kastas i hushållsavfallet. Forskning inom området skulle kunna säkra en råvarukälla och höja återvinningen.

Forskningsresultatet kan också användas för att utveckla modeller som optimerar smältningen av skrot. Det kan sänka tillverkningskostnaderna och samtidigt skapa stora miljövärden t ex genom ökad återvinning även av skrotets legeringsinnehåll.

PROJEKTFAKTA

Projektets syfte var att kvantifiera skrotflödet i samhället för att identifiera tekniska och ekonomiska faktorer som kan nyttjas för ökad återvinning av skrot. Internationellt är forskningsområdet relativt nytt och det behövs ett internationellt kontakt- och samarbetsnät för att få ett samlat grepp över skrotflödet.

FORSKARE: Pär Jönsson, Sven Ekerot, Anders Tilliander och Alicia Gauffin, Kungliga tekniska Högskolan. Rutger Gyllenram, Koboide & Partners AB.

Laseranalys för finare skrot

Bättre och effektivare analys av metallskrot ger stora vinster, både ekonomiskt och miljömässigt. Forskningen har undersökt möjligheterna att snabbt och säkert analysera metallinnehåll och yta i skrotbitar med hjälp av avancerad laseranalys. Resultaten är lovande och har provats i industriell skala.

Syfte

Kvaliteten på det skrot som återvinns har en växande betydelse vid tillverkning av avancerade stålsorter. Det behövs effektiva instrument som kan avläsa mycket låga nivåer av t ex krom, nickel, mangan, molybden och andra legeringsämnen i skrot.

En noggrann analys av metallsammansättningen och ytbeläggningen hos metallskrot skulle ge värdefull information till ståltillverkarna och metallskrotets nytta och värde skulle öka.

Återvinning av stålskrot är ett effektivt sätt att minska energianvändningen och därmed utsläppen av koldioxid. Stålskrot innehåller ofta också metaller och legeringsämnen som är dyrbara och värda att ta till vara. Genom en noggrann analys av skrotbitar kan man nå ytterligare miljöfördelar genom att skrotet används på rätt sätt och i rätt stål.

Metod

Tekniken bygger på att en fokuserad laserpuls skapar ett plasma av metallerna från en liten yta på skrotbiten. Analys av ljusvåglängderna i plasmats ljussken ger information om metallinnehållet i skrotbiten.

Resultat

Projektet har framgångsrikt lyckats skilja på olika stålsorter med hjälp av enstaka laserpulser. Detta är en viktig pusselbit för att kunna designa ett praktiskt användbart system. Den stora mängden legeringar, beläggningar och möjliga geometrier på skrot kräver ett väl genomtänkt system för signalanalys. Idag finns en tillgänglig prototyp som utvecklats inom projektet. Prototypen har utvärderats i fält under industriella förhållanden.

Erfarenheter

De första fältförsöken har gjorts med en prototyp på Stena Recyclings anläggning i Huddinge. Resultaten är lovande och visar att det är praktiskt möjligt att göra en medelvärdesanalys av metallinnehållet från ett skrotflöde. Dessa försök gjordes inom ett EU-projekt i samarbete med bland annat Fraunhofer Institut für Lasertechnik (ILT) i Aachen. Genom detta EU-projekts koppling har Stålkretsloppets



Snabba laserpulser kan analysera metallinnehållet i stålskrot.

forskare fått värdefulla kunskaper från världsledande kolleger inom området.

Industriell användning

Tekniken för on-lineanalys av metaller ska kunna användas under långa perioder i en smutsig, bullrig, vibrerande och väderutsatt miljö.

Vi ser optimistiskt på möjligheten att koppla lasertekniken till ett automatiskt system för sortering av stålskrot. Den kan bidra till en teknisk utveckling som ger Sveriges stålindustri högteknologi som både ger konkurrensfördelar ekonomiskt och gör den miljömässigt framgångsrik.

PROJEKTFAKTA

Syftet var att utveckla kunskap, teknik och ett instrument för snabb och säker analys av skrotets ytbeläggning och dess innehåll av metaller. Forskningens teoretiska del har bestått i att identifiera den svarssignal som återges i det plasma som bildas när en laserpuls träffar en ytbeläggning eller en metall i en skrotbit.

FORSKARE: Jonas Gurell, Arne Bengtson och Tomas Björk, Swerea KIMAB. Bertrand Noharet, Acreo ICT. Lars-Erik Berg, Kungliga tekniska Högskolan.

INDUSTRIER: SSAB EMEA, Sandvik Materials Technology, Outokumpu Stainless and Stena Recycling.

Finfördelning lönande koncept

Uttjänta produkter innehåller ofta många olika material. För att dessa ska kunna återvinnas, fragmenteras den uttjänta produkten före separering i olika fraktioner. Genom utveckling av fragmenteringsprocessen kan kvalitén på det skrot som levereras till stålverken förbättras. Detta ger minskad energiförbrukning och reducerade koldioxidutsläpp.

Syfte

En betydande del av det skrot som används inom stålindustrin levereras fragmenterat. Projektets syfte var att förbättra fragmenteringsprocessen för att öka såväl återvinningsgraden som kvalitén på den fragmenterade produkten. Kvalitetsförbättringar i form av bättre separering och högre densitet innebär att ståltillverkarna kan spara både energi och material.

Metod

Inom forskningen har flera olika metodiker kombinerats.

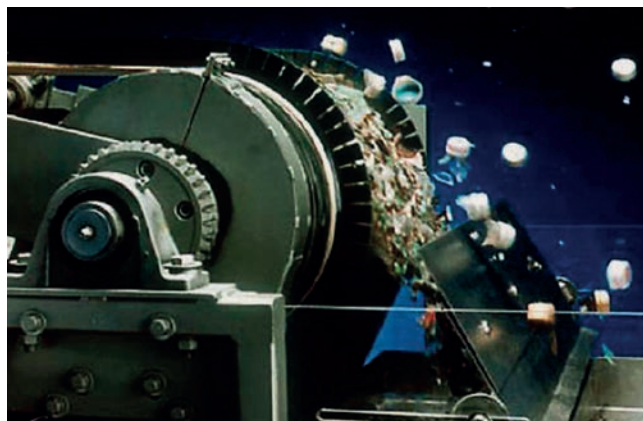
Litteraturstudier och en kartläggning kompletterades med praktiska separationstester med representativa prover av fragmenterat skrot. De separationstekniker som användes var magnetisk separation och så kallad virvelströmss-separation. Som en sista del i projektet genomfördes studier av hur metallrester kan tas tillvara från den icke metalliska restprodukten.

Resultat

Projektet visar på värdet av att klassificera skrotet före separering. Det påvisades att återvinningsgrad och densitet på den järnhaltiga fragmenterade produkten kunde ökas om skrotbitarna delades in i olika storleksfraktioner innan separeringen. Genom att fragmentera skrotet till högre densitet, ökas renheten och det faktiska värdet. Också i de icke järnhaltiga fraktionerna visade försöken att det går att göra kvalitetsförbättringar. Genom att använda elektrisk separation lyckades man under vissa omständigheter reducera innehållet av restmetaller i den icke metalliska fraktionen.

Erfarenheter

Kompetens från stål-, mineral- och återvinningsindustrin har samverkat i projektet. Stålintustrins erfarenheter av vilka faktorer som begränsar användningen av fragmenterat skrot i de metallurgiska processtegen gav underlag för att identifiera möjliga förbättringar i fragmenteringsprocessen. Forskarna har sedan tittat på möjligheten att använda teknik från mineralindustrin för att åstadkomma processförbättringar i separeringen av fragmenterat skrot. I och med att man samverkat under projektets gång har



Fragmentering kan öka värdet på stålskrot.

industri- och miljövärde diskuterats utifrån både återvinningsindustrins och stålindustrins synvinkel. Detta ger goda förutsättningar för kostnadseffektiva lösningar när den nya tekniken ska tas i drift.

Industriell användning

Forskarna i projektet betonar att fragmenteringsanläggningarna i framtiden bör designas så att de är specialiserade på olika materialkategorier och rekommenderar två strategier:

1. Uttjänta produkter ska plockas isär så långt som möjligt före fragmenteringen.
2. Skrotet ska fragmenteras till små bitar som storleksorteras. Då kan återvinningsindustrin använda separations-teknik från mineralindustrin för de minsta fraktionerna.

Om dessa förbättringar införs i fragmenteringsprocessen kan värdet på det fragmenterade skrotet öka i jämförelse med idag och resultatet blir energi- och råmaterialvinster i ståltillverkningsprocessen. Forskningen avslutades 2008 och resultatet användes sedan i forskningen om stål- och skrotflöden i samhället.

PROJEKTFAKTA

Fragmenterat skrot används som stålråvara både i ljusbågsugnar och i stålkonvertrar vid malmbaserad ståltillverkning. Projektet har studerat metoder för att öka kvalitén på det fragmenterade skrotet, främst genom förbättrad separering, minskade kvalitetsvariationer och ökad bulkdensitet på den fragmenterade produkten. På detta sätt kan förbrukningen av energi, malm och andra råvaror i ståltillverkningsprocessen minskas.

FORSKARE: Hamid-Reza Manouchehri, Northland Orectech Consulting, Luleå. Per Nordenfelt, Minpro AB.

INDUSTRIER: Stena Recycling och Ovako.

Värdefulla legeringar i stålskrot

I malm och skrot för ståltillverkning finns metalliska grundämnen som riskerar att gå förlorade ur stålkretsloppet. Dessa ämnen kan vara värdefulla legeringselement. För ett ökat resursutnyttjande är det viktigt att så långt som möjligt använda dessa grundämnen för att nå önskade materialegenskaper.

Syfte

Forskningen ville visa vilka möjligheter det fanns att låta koppar och andra metaller, som normalt inte används, att komma till nytta som legeringsämnen i stålet. Genom att ta vara på fler legeringsämnen i stålskrot och järnmalm kan industrin spara både resurser och energi.

Metod

Teoretiska och experimentella studier har utförts.

Det ingick en övergripande litteraturstudie om effekten av restelement på stålet, under tillverkning och på slutegenskaperna. De flesta publikationerna behandlade effekter av koppar i stål.

Högre halter av koppar och nickel i tunnplåt har studerats med hjälp av processimulering med efterföljande mekaniska och metallografiska undersökningar.

På motsvarande sätt har vanadinhaltiga legeringar med höga fosforhalter undersökts med hjälp av processimulering, mekanisk provning och metallografisk karaktärisering.

Resultat

Undersökningar av koppar och nickel i stål har visat att en högre halt, än de gränsvärden som vanligen anges, upp till 0,3 procent, kan tolereras i tunnplåtprodukter utan att påverka dess egenskaper negativt. Konsekvensen är att acceptabla nivåer för koppar i skrot för tillverkning av tunnplåtprodukter skulle kunna ökas, vilket innebär ökad flexibilitet i valet av skrotsorter samt möjlighet att använda billigare råmaterial.

Vanadinhaltiga legeringar med relativt höga halter av fosfor har också studerats. De inledande undersökningarna visade nya möjligheter och arbetet med att utveckla modifierade produktionsprocesser för legeringar med höga fosforhalter kommer att fortsätta.

En ökad användning av vanadin skulle kunna ersätta niob och i vissa fall titan i legeringar i hållfasthetsklasser runt 500 MPa.

Användning av vanadin i ett större hållfasthetsintervall skulle ge ekonomiska fördelar om en billigare vanadinhaltig produkt skulle användas som legeringstillägg, dessutom skulle man minska risken för problem med titan vid gjutning.



Höjda gränsvärden för koppar har inte alltid negativa effekter på stålprodukter.

Erfarenheter

Arbetet med modifiering av tillverkningsprocesser har skett i nära samarbete med industrin och varit mycket givande.

När det gäller vanadin är förhoppningen att en större andel av det vanadin som finns i svensk järnmalm kan komma till nytta som legeringsämne. Det betyder sparade naturresurser och en värdefullare slag. För att nå dit har såväl teoretiska som experimentella försök utförts, som visar på möjligheten att använda en metalllegering med tio procent vanadin och en procent fosfor direkt som legeringsämne. Detta vanadin kan utvinnas ur LD-slag.

Industriell användning

Det finns möjlighet att arbeta på att vidga gränserna för "föroreningselementen" koppar och nickel. Det kräver dock intensivt arbete kring de internationellt erkända gränsvärden som idag gäller som standard. För vissa stålsorter finns det möjlighet att använda en vanadinrik och fosforhaltig metalllegering som legeringsämne utan att äventyra stålets egenskaper.

PROJEKTFAKTA

Projektet har haft som mål att påvisa betydelsen av att recirkulera stål på sådant sätt, vad gäller sortering, processoptimering och materialegenskaper, att metalliska ämnen kan bevaras som legering och kan bli till nytta i det färdiga stålet.

FORSKARE: Olivier Rod, Bevis Hutchinson, Christian Becker, och Margareta Nylén, Swerea KIMAB.

INDUSTRIER: SSAB EMEA, LKAB, Sandvik Materials Technology, Ovako, Uddeholm

Effektiv förvärmning och ytrening

Forskningsprojektet har utvecklat en miljövänlig metod för samtidig ytrening och förvärmning av stålskrot. Den nya tekniken ger effektiv rening från zink och organiska beläggningar. Tekniken använder energirikt avfall och/eller stålverksgaser och medger kostnadseffektiv rening av avgaserna från processen.

Syfte

Allt mer stål är skyddat med zink för att inte rosta. När stålet är använt och smälts om till nytt stål förgasas zinken och återfinns i stoft, i form av oxider eller ferriter.

För att minska miljöbelastningen bör processtoft tas tillvara, så långt som möjligt. Hittills är den mest framgångsrika metoden recirkulation direkt till ljusbågsugn eller via brikettering till masugn. För malmbaserad ståltillverkning begränsas dock möjligheten att recirkulera stoft som innehåller zink då det ger störningar i masugnsprocessen.

Forskningen syftade till att utveckla ny teknik som ytrekar stålskrot från zink och organiska ämnen innan det används som råvara för tillverkning av nytt stål. Målsättningen med det här projektet har varit att utveckla ny teknik för simultan förvärmning och ytrening av skrot innan stålskrotet används i smältprocessen.

Metod

Utvecklingen av såväl anläggning som metod för samtidig förvärmning och ytrening av skrot har genomförts genom teoretiska studier, experimentellt arbete och pilotförsök. De småskaliga experimenten och pilotförsöken av ytreningskonceptet genomfördes vid Swerea MEFOS i Luleå. För att verifiera resultaten av ytreningen genomfördes smältförsök i en induktionsugn vid gjuteriernas branschförening Swerea SWECAST och industriella smältförsök i SSAB:s LD-konverter i Luleå. Inom projektet har en pilotanläggning byggts och industriella försök genomförts.

Resultat

En metod för samtidig skrotförvärmning och ytrening har utvecklats. Metoden är i första hand avsedd för fragmenterat skrot för vidare användning i stål- och gjuteriindustrin.

Projektet visar att simultan förvärmning och ytrening av fragmenterat skrot kan genomföras effektivt med hög zinkrening med en förvärmningsgrad av 700°C.

Det nya skrotförvärmningskonceptet är fristående från smältprocessen. En nyckelparameter i konceptet är förbränning med syrgas och möjligheten att använda ett restenergibränsle (fluff eller stålverksgaser) för generering av heta förvärmningsgaser och recirkulering av avgaser. Fullständig syrgasförbränning resulterar i kraftigt minskade gasflöden. För att erhålla erforderlig gasmängd till

förvärmningen recirkuleras avgasen från förvärmningsschaktet. Det medför även möjlighet till temperaturjustering dels i förbränningsprocessen, dels av förvärmningsgasen.

Avgasrecirkuleringen medför samtidigt att avgasmängden till skorsten minskar kraftigt (50 nm³/ton skrot). I praktiken innebär det att avgaserna reduceras upp till 200 gånger i förhållande till dagens teknik. Pilotförsöken har verifierat konceptet med avgasåterföring och syrgasförbränning för att minimera avgasmängden samtidigt har viktig information för en framtida industrialisering av processen erhållits.

Industriell användning

Ökar möjligheterna att använda breddad skrotbas som råvara vid alla stålverk samtidigt som energieffektiviteten förbättras.

Resultaten från projektet visar en betydande potential för ytrening av skrot, främst av organiska beläggningar och zinkbeläggningar. Med en fristående skrotförvärmningsanläggning och gasrening kan avgaserna från de efterföljande processtegen (ljusbågsugn eller konverter) bli betydligt renare och den gasvolym som ska renas efter förvärmningsanläggningen blir avsevärt mindre. Detta gör att reningen blir klart billigare och dessutom mycket effektivare.



Fristående skrotförvärmning ger ekonomiska fördelar och bättre miljö.

PROJEKTFAKTA

Projektet syftade till att utveckla en konkurrenskraftig och miljömässigt fördelaktig metod att ytrena och förvärma metall- och färgbelagt stålskrot och därigenom bredda användningen av stålskrot som råvara till ett ökat antal stålsorter. Projektet kan ge en besparing på cirka 100 kWh/ton skrot i den efterföljande stålprocessen.

FORSKARE: Mikael Larsson, Sten Ångström, Pär Hahlin och Ida Heintz, Swerea MEFOS. Patrik Johansson, Swerea SWECAST. Leif Nilsson, SSAB EMEA.

INDUSTRIER: SSAB EMEA, Stena, JBF, Ovako, Uddeholms AB, Fundia, Outokumpu, Fundia, Linde AG, Sandvik, Höganäs Sweden AB.

Metoder för ökat metallutbyte

Vid tillverkning av stål används en rad värdefulla metaller för att nå önskade egenskaper. Metallerna ska i så hög grad som möjligt överföras till stålet istället för till den slagg som bildas i processen. Tillverkningen blir resurseffektivare och slaggen får ett högre värde som egen produkt.

Syfte

Det finns stora vinster att hämta om ståltillverkare dels kan ta tillvara alla metaller som finns i malm och stålskrot. Då blir slaggen mer värdefull, utbytet av användbara metaller ur såväl malm som skrot ökar samt sänker energiförbrukningen.

Metod

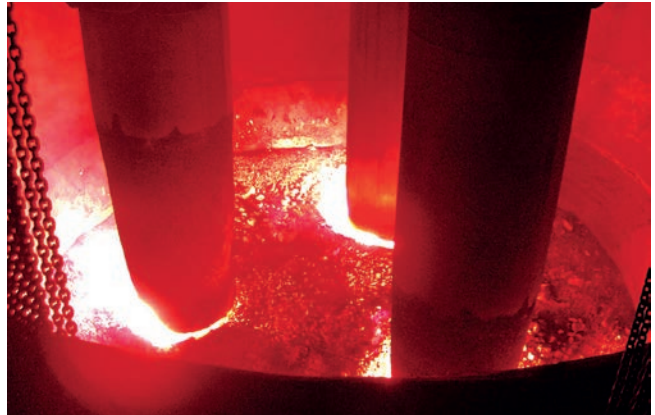
Detta forskningsprojekt utvecklade efter fyra huvudlinjer:

- Försök med användning av koldioxid (CO₂) vid kol färskning under tillverkning av rostfritt stål.
- Utvinning av krom och mangan från slagg med hjälp av saltextraktion.
- Mätning av termodynamiska data hos slaggsystem som innehåller krom och vanadin.
- Kartläggning av molybdenbalansen vid tillsättning av billigare molybdenråvaror i ljusbågsugnen.

Resultat

Vetenskapligt har projektet arbetat med att öka kunskaperna kring de processer som sker i smältor.

- Kolfärsning av höglegerat stål med gasblandningar innehållande koldioxid istället för syrgas- och argonblandningar ger stora fördelar. En pilotanläggning har påbörjats i Kina. Totala energibalansen och minskning av kromförlusten till slaggen pekar på vinster för både ekonomi och miljö.
- Saltextraktion av utvalda legeringsämnen har visat mycket goda resultat. Forskningen koncentrerades på krom och mangan. Saltextraktion prövades även på tidigare deponerad slagg. Resultaten visar att närmare 80-90 procent av kromet och 95 procent av manganet tas upp från slaggen genom saltextraktion och elektrolys. Tekniken fungerar också med nickel, kobolt och volfram. Processen är lovande som metod för upparbetning av värdefulla metaller ur äldre upplag av slagg. Projektiden har lett till förgreningar, som utvinning av bly ur gamla bildskärmar samt utvinning av sällsynta jordartsmetaller från skrot.
- Grundforskningen kring termodynamiken hos slagg system som innehåller krom och vanadin har resulterat i en patenterad process för vanadinutvinning från slaggar och lågvärdiga malmer.
- Molybdentillsättning i ljusbågsugn med en ny patenterad blandning av billigare molybdenråvara, glödska-



Relativt små processförändringar kan ge stora fördelar i en ljusbågsugn.

och kolpulver kunde tillsättas ugnen direkt vid skrot smältning. Molybdenutbytet är närmare 99 procent och jämförbart med dyrare ferromolybden. Liknande försök med krom har visat mycket positiva resultat.

Erfarenheter

Istället för att stabilisera metaller för slutförvaring i slaggen, visade projektet att man kan ta vara på förorenade metaller och återföra dem i stålets kretslopp.

Industriell användning

I samarbete med Uddeholm Tooling AB har projektet visat att relativt små ändringar i stålprocessen kan ge stora fördelar för både miljö och ekonomi. Industrin i Sverige har visat intresse för en storskalig anläggning med saltextraktion för att återvinna värdefulla metaller ur slagg. Det finns omfattande upplag av restprodukter som innehåller låga halter av metaller. Några industrier i Kanada och Japan har visat stort intresse för den patenterade saltprocessen för utvinning av sällsynta jordartsmetaller.

PROJEKTFAKTA

Projektets mål har varit att metaller som ingår i malm och skrot ska överföras till det färdiga stålet istället för till den slagg som bildas i processen. Forskningen koncentrerades i första hand på metallerna krom, vanadin och molybden.

FORSKARE: Seshadri Seetharaman, Lidong Teng, Kungliga tekniska Högskolan. Olle Grönder, PM Technology. Jan-Olof Andersson, Outokumpu. Mzelly Nzotta, Uddeholm. Olle Sundquist, SMT.

INTERNATIONELLT SAMARBETE: Univ. of Toronto, Kanada; Kyoto univ., Japan; University of New South Wales, Australien; Metallurgical Academy of Ukraine. Ukraina; Carnegie Mellon University, USA

LD-slaggen är en vanadingruva

Slagg från svensk stålproduktion innehåller upp till tre procent vanadin. Det motsvarar 5 000 ton vanadin med ett beräknat marknadsvärde på nära en miljard kronor per år. Forskningen har haft som mål att ta tillvara vanadinet i slaggen. Vanadinet kan användas som legeringsämne, samtidigt som slaggen kan komma till nytta inom cementindustrin och vid vägbyggen.

Syfte

Så kallad LD-slagg är en biprodukt från stålframställning. Svensk och finsk stålslagg innehåller upp till tre procent vanadin, beroende på att LKAB:s järnmalmsspellets har drygt 0,1 procent vanadinhalt.

LD-slaggen reduceras så att det bildas en metallegering med tio procent vanadin och en procent fosfor, vilken har potential att användas direkt som legeringsämne i stålindustrin. Metoder för att separera fosfor från vanadinlegeringen har också studerats vilket möjliggör framställning av en högvärdigare vanadinprodukt. Metoden för anrikning av vanadin i stålslagg från 2-3 till 5-7 procent ska också utvecklas genom en ny stålprocess.

Metod

Dessa metoder har använts i projektet:

Reduktionsförsök i varierande skala, bland annat 5 kg induktionsugn (brikettering och smältning), 2 tons Kaldougn (slaggs smältning och ferrokiseltillsats), 10 tons ljusbågsugn (förreduktion med kol och slutreduktion med ferrokisel och aluminium), fullskaleförsök, 10-12 ton (injektion av reduktionsmedel och andra tillsatser) och pilotförsök i 6 tons DC-ugn.

Oxidationsförsök genomförda som fundamentala studier i gramskala, tillämpade studier i 3 kg Tammanugn och 100 kg induktionsugn samt inledande försök i 6 tons DC-ugn.

Resultat

Försöken har visat att vanadinhalten i slaggen kan reduceras till under 0,1 procent och därmed uppfylla kraven för användning som både vägbyggnadsmaterial och till cementframställning.

Två former av selektiv oxidation har undersökts, en metod för framställning av en flytande vanadinslagg med hjälp av slaggbildartillsatser och en metod utan tillsatser som syftar till att framställa en vanadinspinell slag. Resultaten visar att det går att framställa en slag med upp till 8-9 procent vanadin med ett vanadin till fosforförhållande av 500:1. Lovande resultat har också erhållits från inledande försök i en 6 tons DC-ugn för framställning av en vanadinspinell slag.

En slaggsprodukt med jämbördiga egenskaper som refe-



Vanadin används som legeringsmetall vid till exempel verktygstillverkning.

rensmaterial för cementframställning har erhållits genom att snabbkyla och mala den reducerade slaggen.

Erfarenheter

Projektet har lett till ökat samarbete med mycket engagerade industriella partners, som stöttat arbetet.

Helhetsgreppet inom området vanadin och uppbyggnad av vanadinkompetens inom projektgruppen har värderats högt.

Industriell användning

Förväntade effekter:

- LD-slagg kommer till nytta och industrins mål är att allt ska tas tillvara.
- Vanadin värt över 1 miljard SEK kan tillvaratas ur LD-slagg varje år.
- Ny industriell verksamhet.

Kunskaperna ger ett vetenskapligt underlag för industrin och samhället för att bestämma gränsvärden för vanadin vid extern användning av slaggsprodukter.

PROJEKTFAKTA

Projektets syfte har varit att utvinna kommersiellt användbar vanadin från den slag som bildas vid ståltillverkning och därtill skapa en renad slag som kan ersätta kalk i masugnsprocessen eller användas externt.

FORSKARE: Guozhu Ye, Johan Björkvall, Mikael Lindvall och Marcel Magnusson, Swerea MEFOS. Qixing Yang, Margareta Larsson, Nourredine Menad (numera BRGM, Frankrike) och Samuel Jonsson (nu LKAB), LTU. Elin Rutqvist och Bo Lindblom, LKAB. Jeanette Stemne, Mats Andersson och Daniel Adolfsson, SSAB Merox. Staffan Rutqvist, Lennart Gustavsson, Carl-Erik Grip och Kim Kärsrud, SSAB. Jarmo Lilja, Kimmo Kinnunen och Rita Kallio, Ruukki. Fatemeh Shahbazian, Swerea KIMAB. Sichen Du, Kungliga tekniska Högskolan.

INDUSTRIER: SSAB EMEA, LKAB, SSAB Merox, Ruukki.

Slaggers outnyttjade miljövärde

Forskningens mål, en minskning av mängden deponerad slagg med 200 000 ton per år, är redan inom räckhåll. Forskningen visar att slagg kan bli en användbar resurs på många områden och att den, med ganska enkla medel, kan anpassas efter kundernas behov.

Syfte

Projektets syfte har varit att nyttiggöra slagg som uppkommer vid smältning av skrot, vid skänkbehandling samt vid avkolning av råjärn till stål (LD-processen). Detta kan ske inom stålverkets ordinarie processer och genom framställning av nya produkter.

Hittills har möjligheten att utnyttja slagg för att tillverka nya produkter och inom nya användningsområden begränsats av bland annat riskerna för utlakning av metaller som exempelvis krom. Ett annat problem kan vara hög kalkhalt, som gör att slaggen kan falla sönder till ett finkornigt material. Sveriges stålverk producerar årligen cirka 1,4 miljoner ton slagg, varav ungefär 900 000 ton från tillverkning av råjärn, 200 000 ton från EAF-processer och 300 000 ton från LD-processen. Dessa slaggar representerar stora materiella och ekonomiska värden.

Metod

Grundläggande studier i laboratoriemiljö har kompletterats med försök i pilot- och driftsskala vid stålverken. Ett urval av slaggar har studerats med avseende på åldring i en naturlig miljö. Mineralogisk karaktärisering och lakteter på proverna, kompletterat med termodynamisk simulering har använts för att skapa en förståelse för hur avkylningshastighet, slaggsammansättning och därmed mineralinnehåll påverkar utlakning. Forskningen har bedrivits i mycket nära samarbete med svensk stålindustri.

Resultat

Fördelning av metalloxider i slaggar har studerats. Åldring av elektrostålugnsslaggar (EAF-slagg) visade att lakningen minskade med tiden. Några slutsatser är att all slagg bör åldras minst sex månader innan den används externt och att den ska krossas till rätt fraktion innan åldring påbörjas.

Stabilisering av sönderfallande EAF-slagg har undersökts genom gasgranulering eller fosfattillsats. Resultaten föll väl ut och fullskaleförsök, där fosfat användes, har genomförts på Höganäs Sweden AB.

Metodutveckling samt framtagande av utrustning för inertgasgranulering av AOD-slagg har genomförts. De inledande försöken föll väl ut och fullskaleförsök har genomförts vid Outokumpu Oy i Torneå.

Erfarenheter

Stor vikt har lagts på att regelbundet föra en öppen diskussion om de framkomna resultaten inom projektområdet



Slaggprodukter är populära som underlag i stall och på ridplaner.

slaggar elektrostål, såväl forskare emellan som mellan företagsrepresentanter och forskare. Återkommande möten har hållits för att diskutera de resultat som kommit fram under projektets gång. Gemensamt för samtliga inom gruppen har varit att se "synergierna", det vill säga hur tillämpning av resultaten kan komma industrin till nytta så snabbt som möjligt. Forskare från utlandet har bjudits in för att diskutera och ge sin syn på den forskning som bedrivits.

Industriell användning

Det industriella värdet består till stor del i att deponering av slagg kan minskas kraftigt. Samtidigt får företagen möjligheter att leverera helt nya produkter till fyllnadsmaterial, isoleringsmaterial etc. Sett i ett vidare perspektiv innebär resultatet tydliga miljöfördelar för hela samhället genom att också dra nytta av resurser som redan är i omlopp istället för att använda sig av jungfruliga material.

PROJEKTFAKTA

Projektets mål har varit ökad återvinning av den slagg som uppkommer vid ståltillverkning. Återvinningen kan ske inom stålverken, men även genom framställningen av produkter för nya marknader. I projektet ingår att utveckla ekonomiska, miljövänliga och tekniskt genomförbara processer och produkter.

FORSKARE: Bo Björkman, Fredrik Engström, Margareta L. Larsson och Qixing Yang, Luleå tekniska Universitet. Seshadri Seetharaman, Lidong Teng och Galina Jelkina Albertsson, Kungliga tekniska Högskolan. Guohzu Ye och Mikael Lindvall, Swerea MEFOS AB.

INDUSTRIER: Höganäs Sweden AB, Harsco Metals Sweden AB, Uddeholms AB, Outokumpu Stainless AB, RHI Refractories Nord AB, Sandvik Materials Technology AB, Outokumpu Stainless Oy, Erasteel Kloster AB, Ovako Hofors AB, Ovako Bar AB, SSAB EMEA.

Varmvalsning med ökat miljövärde

Forskningen visar att det är möjligt att ge höghållfasta stål ännu bättre materialegenskaper med lägre ämnestemperatur samtidigt som det går att undvika extra processteg. Det leder till lägre utsläpp av koldioxid och energivinster samt förbättrad produktivitet.

Syfte

Tillverkningsindustrin i hela världen använder allt mer höghållfast stål för att spara vikt i konstruktioner och öka livslängden på tillverkade produkter.

Målet med projektet var att studera de termomekaniska processparametrar (TMCP) som inverkar på egenskaperna för band, långa produkter och grovplåt i höghållfasta stål med extra hög sträckgräns, samt att minska energiförbrukningen och utsläppen av koldioxid i samband med valsningsprocessen.

Metod

För att uppnå goda mekaniska slutegenskaper i moderna höghållfasta stål efter TMCP-processer är det viktigt att optimera processerna. Följande undersökningar har genomförts:

I. Simulering av termomekaniskt kontrollerade processer i laboratorieskala med variation av återvärmningstemperaturer, varmvalsningstemperaturer, kylningshastigheter och hasplingstemperaturer.

II. Analys av samband mellan processparametrar och mekaniska egenskaper samt struktur.

III. Analys av energiförbrukning och koldioxidutsläpp vid plåt- och bandtillverkning med studerade processparametrar som reducerad återvärmningstemperatur.

Resultat

Detta är de viktigaste resultaten från forskningsprojektet:

Positiva resultat från försök med lägre uppvärmningstemperatur på mikrostrukturutvecklingen under TMCP-simuleringar och de slutliga mekaniska egenskaperna för grovplåt (~ 1 160°C), långa produkter (~ 1 180°C) och band (~ 1 220°C).

Optimala ämnesuppvärmnings- samt TMCP-parametrar är viktiga för stålindustrin inte bara ur ekonomisk synvinkel. De bidrar också till miljömässiga vinster, som sänkt energianvändning och lägre utsläpp av koldioxid i atmosfären. Projektet har gett kunskap om hur detta kan göras.

Erfarenheter

Nyckeln till framgångarna ligger i att uppvärmningstemperaturen sänkts med 50-100°C i kombination med justering av andra processparametrar. Detta ger snabbt väsentliga vinster genom sänkt energiförbrukning, reducerade utsläpp av koldioxid och, totalt sett, en bättre produktionsekonomi.

Potentialen med att sänka temperaturen vid återupp-



Sänkt ämnestemperatur spar energi och utsläpp av koldioxid.

värmningen av stålämnen med 60-80° C, i de aktuella processerna, är att energibehovet minskar med 14 000 MWh per år och utsläppen av koldioxid reduceras med 3 600 ton under samma tid.

Både band- och grovplåt fick högre sträckgräns vid försöken med lägre ämnestemperatur.

För grovplåt öppnas även en möjlighet att använda stränggjutna ämnen till tjockare plåt och därmed ersätta götvalsningssteget helt med därmed tillhörande bättre utbyte och minskad energiåtgång vid värmning.

Vetenskapligt har projektet gett ökade kunskaper om hur legeringsämnen löses upp vid hög temperatur och hur olika härdningsmekanismer påverkar mekaniska egenskaper i stål.

Industriell användning

Resultaten i det här projektet ger tydliga fördelar vid produktion av höghållfasta stål. Positiva resultat har erhållits från försök upp till sträckgränsnivån 1100 MPa. Förutom energivinster kan ståltillverkarna förbättra produktiviteten genom att korta ner processtiden, som en direkt följd av de nya rönen.

Projektet har också undersökt möjligheterna att producera grovplåt i en direkthärdande process, det vill säga utan nedkylning mellan tillverkningsstegen. Insparad uppvärmning från rumstemperatur upp till en härdningstemperatur på t ex 920°C ger både energibesparingar och reduktion av koldioxidutsläpp.

PROJEKTFAKTA

Projektets syfte var att sammanställa de processparametrar som inverkar på egenskaperna för band, långa produkter och grovplåt i höghållfasta stål med extra hög sträckgräns, för att minska energiförbrukningen och utsläppen av koldioxid.

FORSKARE: Tadeusz Siwecki, Jacek Komenda, Johan Eliasson och Johan Lönnquist, Swerea KIMAB.

INDUSTRIER: SSAB EMEA och OVAKO Bar AB.

Nytt stål med miljöfördelar

Svensk stålindustri är världsledande på avancerade stål. Kontinuerligt utvecklas allt bättre höghållfasta och beständigare stål och användningen ökar. Forskningen visar den samlade miljöbesparingen med att använda avancerade höghållfasta stål jämfört med konventionella stål. Potentialen för både nationella och globala miljövinster är mycket stor i ett långsiktigt perspektiv.

Syfte

Forskningen syftade till att utveckla metoder och praktiska regler för värdering av minskad miljöbelastning och kostnad, när avancerade höghållfasta stål används för att tillverka lättare konstruktioner.

Det finns kunskap om såväl material som konstruktions- och produktionsteknik när det gäller avancerade höghållfasta stål. Detta projekt kompletterade bilden med miljödimensionen.

Det är viktigt att kunskap om teknik och material blir lättillgängligt för att nå största möjliga miljöeffekt. Det innebär till exempel att forskningsresultat också redovisas som förenklade samband mellan stålets egenskaper, konstruktionens vikt, driftsförhållanden och miljöbelastning.

Projektet har utvecklat metoder för att ur ett livscykelperspektiv bestämma miljöeffekten vid användning av avancerade höghållfasta stål.

Metod

Vid analyser av detta slag är det lämpligt att skilja mellan passiva och aktiva konstruktioner. För passiva konstruktioner är det i första hand miljöbelastningen vid tillverkning av stål och konstruktioner, vid transporter av dessa, konstruktionens livslängd och återvinning som påverkar livscykelanalysen. För aktiva konstruktioner tillkommer miljöbelastningen under användning som då ofta utgör cirka 90 procent av den totala miljöbelastning som livscykelanalysen visar. Genom att analysera ett tiotal stålkonstruktioner skapade underlag för miljövärderingar ur ett livscykelperspektiv.

Resultat

Resultat från projektet visar att miljöbelastningen vid ståltillverkning av kolstål och rostfria stål ökar något med ökande hållfasthet och legeringsinnehåll om miljöbelastningen betraktas per viktenhet av stålet. Men eftersom användningen av det höghållfasta stålet leder till minskad vikt kommer den slutliga produktens miljöbelastning att minska.

Sammanställning av ett stort antal praktikfall där uppgradering skett från konventionella stål till höghållfasta stål visade att en fördubbling av sträckgränsen leder till



Starkare stål gör det möjligt att sänka vikten. Det spar bland annat drivmedel.

cirka 30 procents viktminskning för uppgraderade delar av konstruktionen. Detta ger vanligen totala viktminskningar på 5-10 procent för fordonskonstruktioner och 10-30 procent för passiva konstruktioner. Om avancerat höghållfast stål används istället för konventionellt stål kan koldioxidutsläppen minskas med 5-10 procent och kostnaden med 10-30 procent över en livscykel.

Erfarenheter

Informationsutbyte med olika företag inom såväl stålindustrin som verkstadsindustrin har skett kontinuerligt i projektet.

Industriell användning

Industrin har fått kunskap och verktyg för att bedöma höghållfasta ståls miljönytta. En programvara för beräkning av de miljömässiga och ekonomiska effekter, EcoSteel, har tagits fram samt en handbok för miljövärdering av stål och stålkonstruktioner.

PROJEKTFAKTA

Syftet med forskningen har varit att utveckla modeller för värdering av avancerade höghållfasta ståls miljönytta ur ett livscykelperspektiv. Målet är att konstruktörer lättare ska kunna utnyttja dessa stål för att ta fram lättare produkter som ger lägre miljöbelastning vid tillverkning och användning.

FORSKARE: Jan-Olof Sperle, Sperle Consulting AB. Elisabet Hallberg IVL, Jonas Larsson, Jan Eckerlid, Sara Skärhem, Linda Petersson och Bo Lindström SSAB EMEA. Hans Groth, Marcus Andersson och Camilla Kaplin, Outokumpu Stainless. Ulf Lundell, Daniel Gullberg och Karin Östman Sandvik Materials Technology. Lars Alnblad, IKEA Sweden AB.

INDUSTRIER: SSAB EMEA, Outokumpu Stainless, Sandvik Materials Technology Ruukki, Metso-Minerals (Sala) AB, Volvo Car, Volvo Truck, Volvo VCE, Scania, Saab, Cargotec HIAB, Green Cargo, Bombardier Transportation, IKEA Sweden AB och Mjölby Släp & Trailer (MST).

Beteendeanalys viktigt verktyg

Miljöfrågor är komplexa men kan analyseras för att identifiera olika intressegruppers inställning. Denna kunskap är viktig för att nå ut med information om att de avancerade stålen minskar miljöpåverkan bland annat genom de miljöfördelar som kommer med sänkt vikt och ökad livslängd.

Syfte

Forskningen har undersökt vilka faktorer som inverkar på olika intressenters attityder och de beslut de fattar som rör stål och miljöarbete i stålbranschen. Faktorerna kan vara pris, lagstiftning, oro, kunskap, traditioner/vanor, miljöpåverkan mm. För att kunna genomföra detta har en anpassad metod (conjointanalys) utvecklats och använts i forskningen.

Metod

Två studier ingår i forskningsprojektet:

”Attityder till nya material” där utvalda grupper intervjuats för att få fram relevanta faktorer som sedan använts i en conjointstudie (consider jointly). Med hjälp av enkäter till olika grupper med relation till stålindustrin har forskarna studerat de olika gruppernas inställning till nya material i allmänhet och höghållfast stål i synnerhet. ”Knowledge and fear” är en studie av vad som påverkar miljöbeslut, kunskap och/eller oro för miljöproblem.

Resultat

De sammanvägda resultaten från de genomförda studierna visar att conjointanalys är ett användbart verktyg för att värdera olika intressentgruppers preferenser när det gäller en hel industris miljöfrågor.

Konkret visar denna studie att människor är mest bekymrade för klimatpåverkan och utsläpp av giftiga ämnen, medan användning av icke förnybara resurser och icke förnybar energi inte får lika stor uppmärksamhet. Viktreduktion av produkter är den faktor som fått lägst prioritet, generellt sett.

En analys av attityder kring höghållfast stål visade en signifikant statistisk skillnad i inställningen till nya material bland annat gällande slagseghet, innehåll av legeringsmetaller och vikt. Skillnaden i inställning hängde ihop med både utbildningsnivå (universitetsexamen) och fackkunskaper inom stål eller miljö, men dock inte för samtliga faktorer.

Det betyder att stålindustrin inte fullt ut lyckats förklara miljönyttan av att reducera vikten på stålprodukter.



Med conjointmetoden kan företag skräddarsy information för olika grupper.

Erfarenheter

Conjointanalys kombinerat med multivariat dataanalys har visat sig vara en effektiv metod för att undersöka olika intressentgruppers inställning till prioriterade miljöfrågor. Genom att presentera resultaten för deltagarna kan en dialog inledas som skapar effektivare beslutsprocesser.

Industriell användning

Det finns flera viktiga användningsområden för den framtagna metoden. Det går att använda conjointanalys i miljöpåverkansbedömningen i en livscykelanalys (LCA) och därigenom få bättre beslutsunderlag. Ett annat spännande användningsområde för metoden är därför att undersöka hur människors kunskap, rädsla och attityder påverkar beslutsprocessen för miljöfrågor. I ett företag är det möjligt att med hjälp av conjointmetoden effektivisera beslutsprocessen och skräddarsy informationsmaterial för olika intressentgrupper. En handbok har tagits fram som beskriver metoden och hur den kan användas.

PROJEKTFAKTA

Projektets uppgift har varit att studera användningen av beteendeanalyserande verktyg som skulle kunna ge bland annat stålindustrin ett bättre beslutsunderlag för att utforma produkter och processer med goda miljöprestanda.

FORSKARE: Stina Alriksson, Marianne Henningson och Tomas Öberg, Linnéuniversitetet, Kalmar.

INDUSTRIER: Höganäs Sweden AB, Outokumpu Stainless AB, Ovako, Ruukki, Sandvik och SSAB EMEA.

Livscykelanalyser rätt väg

Inom Stålkretsloppet har ett stort antal livscykelanalyser genomförts. Erfarenheterna har samlats i en handbok där man kan lära sig att på ett praktiskt sätt göra vägledande miljövärderingar ur ett livscykelperspektiv vid förändring av processer och vid användning av stål i konstruktioner.

Syfte

Industrin behöver ett instrument som gör det möjligt att värdera vad förändringar av råvaror, tillverkningsprocesser, återvinning, transporter och tillverkat stål i konstruktioner har för effekt på miljön.

Hållbar utveckling kräver nämligen att vi kan påvisa miljöförbättringar ur ett helhetsperspektiv, det som i dagens miljödebatt ofta kallas livscykelperspektiv eller kretsloppsperspektiv.

Metod

Flera metoder har utvecklats och den som fått största betydelsen benämns livscykelanalyser, förkortat LCA, och är den som standardiserats av ISO och gäller som svensk standard.

LCA-analyser omfattar också återvinning av material när en produkt tjänat ut eller om den används som råvara till en ny produkt. Detta är särskilt viktigt eftersom stål har den unika egenskapen att det kan återvinnas gång på gång och användas som råvara för nytt stål.

Livscykelanalyser kan också användas i samband med utveckling av nya stålsorter. Det kan vara av avgörande betydelse att välja råvaror och legeringar så att stålets materialegenskaper kan tillverkas med en förbättrad miljösituation ur ett livscykelperspektiv.

En viktig parameter i livscykelanalysen är att man räknar ut miljövärdet per funktionell enhet och inte per kilo material eller liknande. Den funktionella enheten är ett mått på den nytta som processen, varan eller konstruktionen levererar under användning.

Resultat

Inom Stålkretsloppet har nio olika processtekniska förändringar och tio olika stålkonstruktioner miljövärderats med LCA-metoden med fokus på materialhushållning, energi och koldioxid. Arbetet som utförts av IVL har skett i nära samverkan med berörda forskare och industrideltagare i Stålkretsloppets olika projekt.

Erfarenheter

Kunskaperna har sammanställts i en bok med titeln



”Miljövärdering av stål och stålkonstruktioner”. Boken riktar sig i första hand till ingenjörer, konstruktörer, forskare och högskolestudenter.

Miljövärderingar kommer att få en allt större betydelse för utveckling av ett hållbart samhälle. Metoder utvecklas och flera politiska regleringar är på gång.

För stål som är och förblir världens mest använda och återvunna material är det särskilt viktigt att det kan miljövärderas på ett sätt som stödjer både företagets affärsutveckling och samhällets miljökrav. Den stora mängden stål som konsumeras gör att även små förbättringar ger stora effekter.

Den av Stålkretsloppet framtagna handboken och ditt engagemang är ett viktigt steg i ett hållbart miljöarbete. Boken finns på www.stalkretsloppet.se eller på www.jernkontoret.se.



Livscykelanalyser återspeglar en produkts eller process miljöeffekt där fysiska material- och energiflöden samt utsläpp till luft, mark och vatten ligger till grund för värdering av miljöeffekten, t ex växthuseffekten.

PROJEKTFAKTA

Syftet har varit att med lärdom av Stålkretsloppets genomförda livscykelanalyser föra kunskapen vidare i en lärobok till ingenjörer, konstruktörer studenter och andra grupper som behöver stöd i arbetet med att utveckla stål, ståltilverkning och stålprodukter som bidrar till en miljömässigt hållbar utveckling.

REDAKTION: Göran Andersson, Jernkontoret. Åsa Ekdahl, WorldSteel Association. Jan-Olof Sperle, Sperle Consulting. Elisabet Hallberg, Mats Almemark och Lars-Gunnar Lindfors, IVL. Jonas Larsson och Bengt Johansson, SSAB EMEA. Erik Schedin och Camilla Kaplin, Outokumpu stainless. Håkan Johansson, Ahrena Media AB.

Ekonomi

Mistra finansierar forskning som

- skapar starka forskningsmiljöer
- har hög, internationell vetenskaplig kvalitet
- har högt miljövärde
- stärker svensk industris konkurrenskraft

Mistra har investerat 97 miljoner kronor och industrin 132 miljoner kronor i Stålkretsloppet för åren 2004 till 2012. Totalt omfattar de ekonomiska insatserna i Stålkretsloppets forskning 229 miljoner kronor med en fördelning enligt tabellen nedan.

EKONOMISK REDOVISNING

	Mistra	Industrin	Totalt
2004-2008	42	34	76
2009-2012	55	98	153
2004-2012	97	132	229

De ekonomiska insatserna i forskningen i miljoner kronor.

Deltagare

INDUSTRIER

AB Järnbruksförnödenheter
 AB Sandvik Materials Technology
 Bombardier Transportation AB
 Cargotech HIAB
 Green Cargo
 Harsco Metals Sweden AB
 Höganäs AB
 LKAB
 Metso-Minerals
 MultiServ AB
 Outokumpu Oyj
 Ovako Bar AB
 Ovako Steel AB
 Rautaruukki Oyj
 RHI Refractories Nord AB
 Saab
 Scania
 SSAB AB
 SSAB EMEA
 SSAB Merox AB
 Stena Recycling AB
 Uddeholm Tooling AB
 Volvo Car Corporation
 Volvo Truck
 Volvo VCE

UNIVERSITET, INSTITUT OCH ANDRA SAMARBETSORGAN

Linnéuniversitetet i Kalmar
 Kungliga Tekniska högskolan
 Luleå tekniska universitet

IVL Svenska Miljöinstitutet AB
 Swerea MEFOS
 Swerea KIMAB

Ekerot Resources AB
 Kobolde & Partners AB
 PM Technology AB
 MinPro AB
 World Steel Association
 Jernkontoret

Information och kontakt

PROGRAMLEDNING

Programchef: Göran Andersson
Stålkretsloppet, www.stalkretsloppet.se
Jernkontoret, www.jernkontoret.se
goran.andersson@jernkontoret.se

PROGRAMVÄRD

Jernkontoret
Bo-Erik Pers, vd Jernkontoret
bo-erik.pers@jernkontoret.se
www.jernkontoret.se

STYRELSE

Ordförande: Jarl Mårtenson
jarl.martenson@ovako.com
Ovako
www.ovako.com

Hans Lindh
hlinde@volvocars.com
Volvo Car Corporation
www.volvocars.com

Peter Samuelsson
peter.samuelsson@outokumpu.com
Outokumpu Oy
www.outokumpu.com

Ulf Arnesson
ulf.arnesson@stenarecycling.se
Stena Recycling AB
www.stenametall.com/StenaRecycling

Jan Eckerlid
jan.eckerlid@skb.se
Svensk Bränslehantering AB
www.skb.se

Adjungerad, Fredrik Gunnarsson
fredrik.gunnarsson@mistra.org
Mistra
www.mistra.org

TIDIGARE LEDAMÖTER

Martin Pei, SSAB
Bengt Höök, Volvo Car Corporation
Niilo Suutala, Outokumpu Oy
Jorma Kemppainen, Outokumpu Oy
Göran Carlsson, SSAB
Monica Svenner, Stena Recycling AB
Paul Welander, Volvo Car Corporation
Olle Wijk, AB Sandvik Materials Technology
Birgitta Lindblad, Jernkontoret

PROJEKT

STÅLFLÖDEN

Pär Jönsson, www.kth.se
par@mse.kth.se
Ordförande för projektgruppen:
Göran Mathisson,
Järnbruksförmådenheter AB
goran.mathisson@jbfab.com

LASERANALYS

Jonas Gurell, www.swereakimab.se
jonas.gurell@swerea.com
Ordförande för projektgruppen:
Håkan Norén, Stena Recycling AB
hakan.noren@stenarecycling.se

FRAGMENTERING (avslutat 2008)

Hamid-Reza Manouchehri, www.ltu.se
hama@ltu.se
Ordförande för projektgruppen:
Ove Dannberg, Ovako AB, Oy
ove.dannberg@ovako.com

SKROTRENING

Mikael Larsson, www.swereamefos.se
mikael.larsson@swerea.se
Ordförande i projektgruppen:
Dan Lundberg,
Lundbergs Konsult
dan-lundberg@telia.com

SMÄLT KONCEPT

Seshadri Seetharaman, www.kth.se
raman@kth.se
Ordförande för projektgruppen:
Jan-Olov Andersson
jan-olov.andersson@outokumpu.com

VANADINUTVINNING

Guozhu Ye, www.swereamefos.se
guozhu.ye@swerea.se
Ordförande för projektgruppen:
Kim Kärsrud, SSAB AB
kim.kaersrud@ssab.com

SLAGGANVÄNDNING

Bo Björkman, www.ltu.se
bo.bjorkman@ltu.se
Ordförande för projektgruppen:
Björn Haase, Höganäs Sweden AB
bjorn.haase@hoganas.com

VALSNINGSTEKNIK

Tadeusz Siwecki, www.swereakimab.se
tadeusz.siwecki@swerea.se
Ordförande för projektgruppen:
Bertil Ahlblom, SSAB EMEA
bertil.ahlblom@ssab.com

SJÄLVLEGERING

(fr o m 2009 del av vanadinprojektet)
Margareta Nylén, www.swereakimab.se
margareta.nylen@swerea.com
Ordförande för projektgruppen:
Anders Haglund, SSAB EMEA
anders.haglund@ssab.com

HÖGHÅLLFASTA KONSTRUKTIONER

Jan-Olof Sperle, www.sperle.se
jan-olof@sperle.se
Ordförande för projektgruppen:
Jan Eckerlid, SSAB EMEA
jan.eckerlid@ssab.com

MILJÖVÄRDERING

LCA processer
Mats Almemark, www.ivl.se
mats.almemark@ivl.se
Conjoint
Stina Alriksson, Linnéuniversitetet
stina.alriksson@lnu.se
Handbok Miljövärdering
Åsa Ekdahl, Word Steel Association, Bryssel
ekdahl@worldsteel.org
Ordförande för projektgruppen:
Åsa Ekdahl, Word Steel Association, Bryssel
ekdahl@worldsteel.org

WWW.STALKRETSLOPPET.SE

Besök Stålkretsloppets webbplats för information om forskningsprogrammet och projekten

FORSKNING MED PRAKTISK NYTTA

Stiftelsen för miljöstrategisk forskning, Mistra, stöder forskning av strategisk betydelse för en god livsmiljö och hållbar utveckling. Mistra investerar i forskargrupper som i samverkan med användare bidrar till att lösa viktiga miljöproblem. Mistras program följer inte disciplingränser, och forskningsresultaten ska komma till praktisk användning inom företag, förvaltningar och frivilligorganisationer.

DEN SVENSKA STÅLINDUSTRINS BRANSCHORGANISATION

Organisationen grundades 1747 och ägs sedan dess av de svenska stålföretagen. Jernkontoret företräder stålindustrin i frågor som berör handelspolitik, forskning och utbildning, standardisering, energi och miljö samt skatter och avgifter. Jernkontoret leder den gemensamma nordiska stålforskningen. Dessutom utarbetar Jernkontoret branschstatistik och bedriver bergshistorisk forskning.



Stiftelsen för miljöstrategisk forskning

Gamla Brogatan 36–38 • 111 20 Stockholm
Telefon 08 791 10 20 • Fax 08 791 10 29
E-post@mistra.org • www.mistra.org



Box 1721, 111 87 Stockholm • Kungsträdgårdsgatan 10
Telefon 08-679 17 00 • Fax 08-611 20 89
E-post office@jernkontoret.se • www.jernkontoret.se

