

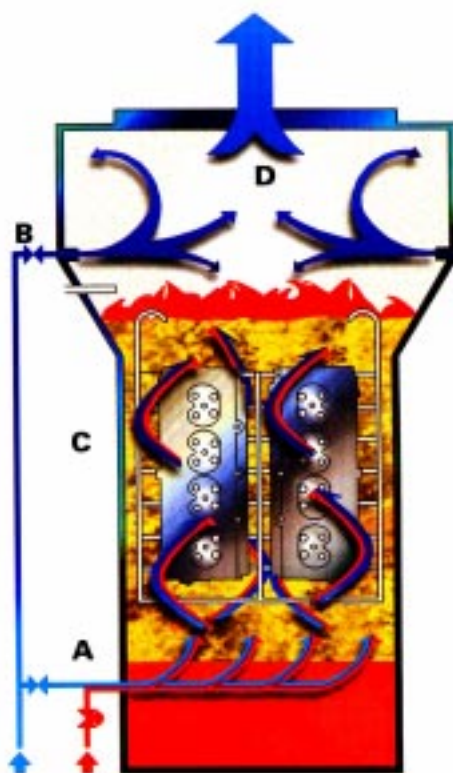
---

---

*Rapport SGC 130*

# TERMISK ÅTERVINNING AV GJUTERISAND

©Svenskt Gastekniskt Center - April 2002



Lennart Österberg  
SVENSKA GJUTERIFÖRENINGEN

## SGC:s FÖRORD

FUD-projekt inom Svenskt Gastekniskt Center AB avrapporteras normalt i rapporter som är fritt tillgängliga för envar intresserad.

SGC svarar för utgivningen av rapporterna medan uppdragstagarna för respektive projekt eller rapportförfattarna svarar för rapporternas innehåll. Den som utnyttjar eventuella beskrivningar, resultat och dyl i rapporterna gör detta helt på eget ansvar. Delar av rapport får återges med angivande av källan.

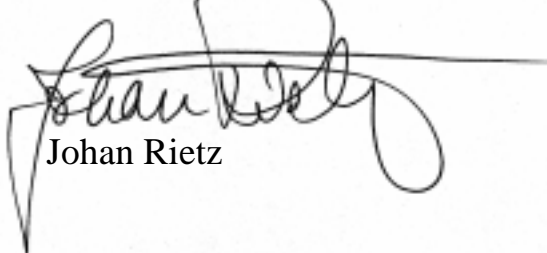
En förteckning över hittills utgivna SGC-rapporter finns på SGC's hemsida [www.sgc.se](http://www.sgc.se).

Svenskt Gastekniskt Center AB (SGC) är ett samarbetsorgan för företag verksamma inom energigasområdet. Dess främsta uppgift är att samordna och effektivisera intressenternas insatser inom områdena forskning, utveckling och demonstration (FUD). SGC har följande delägare: Svenska Gasföreningen, Sydgas AB, Sydkraft AB, Göteborg Energi AB, Lunds Energi AB och Öresundskraft AB.

Följande parter har gjort det möjligt att genomföra detta utvecklingsprojekt:

Sydgas AB  
Dansk Gasteknisk Center a/s  
Nova Naturgas AB  
Svenska Gjuteriföreningen  
Statens Energimyndighet

SVENSKT GASTEKNISKT CENTER AB



Johan Rietz

## **SAMMANFATTNING**

Ett antal tekniskt intressanta alternativ till deponering av gjuterisand har studerats i Sverige under de senaste 2 åren. Exempel är ökad återvinning av sanden. Termisk återvinning har i många länder befunnits vara mycket intressant metod ur flera aspekter som t.ex. att kvaliteten på den återvunna sanden i många fall visat sig vara överlägsen t o m nysandens, att den totala miljöbelastningen minskar och att ekonomin i flera fall redan är intressant. När kostnader för deponering tillkommer blir investeringen utomordentligt lönsam för flertalet av våra gjuterier som använder kemiska bindemedel av organiskt slag till kärnor och formar. I ett stort antal gjuterier nöjer man sig till en början med en mindre återvinningsanläggning, där man producerar sand som används som modellsand, medan den mer förorenade sanden som återvunnits med mekanisk teknik används som fyllsand.

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1</b>	<b>INLEDNING</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>BAKGRUND</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2</b>	<b>GJUTSAND OCH BINDEMEDEL</b> .....	<b>1</b>
1.2.1	Sandgjutning .....	1
1.2.2	Gjutsand .....	1
1.2.3	Furan .....	2
1.2.4	Alkalisk resol .....	2
1.2.5	Cold Box .....	2
1.2.6	Skalsand .....	2
<b>2</b>	<b>EXEMPEL PÅ ANLÄGGNINGAR MED SVENSKA REPRESENTANTER</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>RICHARDS ENGINEERING INC.</b> .....	<b>3</b>
<b>2.2</b>	<b>OMEGA: ECO-THERM</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>TERMISKA ÅTERVINNINGSANLÄGGNINGAR UTAN SVENSK REPRESENTANT</b> .....	<b>6</b>
<b>3.1</b>	<b>CEC: DFB (DEEP FLUIDIZED BED)</b> .....	<b>6</b>
<b>3.2</b>	<b>5.2 FATA ALUMINIUM: ECO-REC</b> .....	<b>7</b>
<b>3.3</b>	<b>GMD: THERMO-SCRUBBER 2000</b> .....	<b>9</b>
<b>3.4</b>	<b>SIEMPELKAMP: DUAL PROCESSOR</b> .....	<b>10</b>
<b>3.5</b>	<b>GUDGEON: THERMFIRE</b> .....	<b>11</b>
3.5.1	Fördelar med termisk sandåtervinning enligt Gudgeon Thermfire Inc. 11	
3.5.2	Fördelar med Gudgeons konstruktion med flytande sandbäddar placerade sida vid sida. ....	12
3.5.3	Fördelar med konstruktionen staplade sandbäddar. ....	12
<b>4</b>	<b>CASE STUDIES</b> .....	<b>14</b>
<b>4.1</b>	<b>ENGELSKT GJUTERI</b> .....	<b>14</b>
4.1.1	Emissionsövervakning .....	14
4.1.2	Sandkvalitet.....	15
4.1.3	Kassationsnivå.....	16
4.1.4	Ekonomisk analys .....	16
<b>4.2</b>	<b>AMERIKANSKT GJUTERI</b> .....	<b>17</b>
<b>4.3</b>	<b>KANADENSISKT GJUTERI</b> .....	<b>17</b>

<b>5</b>	<b>RESERAPPORT FRÅN BESÖK HOS GJUTERIER I ENGLAND ...</b>	<b>18</b>
5.1	BESÖK HOS TRE GJUTERIER SOM ANVÄNDER TERMISK SANDÅTERVINNINGSSUTRUSTNING FRÅN RICHARDS LTD. .	18
5.2	EKONOMI.....	18
5.3	KONTROLLOMFATTNING.....	19
5.4	KVALITETSKRAV .....	19
5.5	EMISSIONR.....	19
5.6	BEGRÄNSNINGAR .....	19
<b>6</b>	<b>ALTERNATIV ANVÄNDNING AV GJUTERIERNAS ÖVERSKOTTSSAND .....</b>	<b>20</b>
6.1	ALLMÄNT .....	20
6.2	CEMENT .....	21
6.3	BETONG.....	21
6.4	ASFALT .....	22
6.5	VÄGBYGGEN.....	22
6.6	KOMPOST/JORD .....	22
6.7	MINERALULL .....	23
<b>7</b>	<b>SLUTSATSER.....</b>	<b>24</b>
7.1	EKONOMISKA ASPEKTER.....	24
7.1.1	Drift och underhåll .....	24
7.1.2	Energiförbrukning.....	24
7.1.3	Energiåtervinning.....	25
7.1.4	Sandförluster .....	25
7.2	DEMONSTRATIONSPROJEKT .....	25
<b>8</b>	<b>LEVERANTÖRER PÅ WWW .....</b>	<b>26</b>

# **1 INLEDNING**

## **1.1 BAKGRUND**

Överskottssand hos gjuterier kräver idag i hög grad deponering på godkända deponeringsplatser. Denna hantering med tillhörande transporter är inte gratis. Vidare är sannolikheten stor för att statliga avgifter tillkommer på inte alltför lång sikt.

Sandåtervinning är i sammanhanget en alltmer intressant lösning för framtiden av detta problem. Det finns mekaniska och termiska metoder för sandåtervinning. Fram till nyligen har intresset koncentrerat sig enbart på mekaniska lösningar med hänvisning till att termisk sandåtervinning blir för dyr. I övriga Europa har termisk sandåtervinning emellertid haft stora framgångar även i länder med liknande kostnadsläge som Sverige.

## **1.2 GJUTSAND OCH BINDEMEDEL**

Totalt genererar de svenska gjuterierna ca 200 000 ton överskottssand per år. Av denna är ca 50 % bentonitbunden och lämpar sig inte för termisk återvinning. Resterande mängd är bunden med antingen oorganiska eller organiska bindemedel. Den senare typen som är den lämplig för termisk behandling utgör ca 50 –75 000 årston.

### **1.2.1 Sandgjutning**

Sandgjutning sker i formar av packad sand sammanhållen av speciella bindemedel som redovisas nedan i ordning m.a.p. sin omfattning. Kärnor av sand placeras i sandformen och skapar de detaljer som består av håligheter. Efter att sandformen skapats och eventuella kärnor placerats i formen, hålls den smälta metallen ner i formen. Efter att metallen stelnat, avlägsnas gjutsanden och kan inte användas till ytterligare formar om inte resterna av bindemedlet först avlägsnas.

### **1.2.2 Gjutsand**

Nysand av typ svensk kvarts-fältspat (Baskarp och Brogårdsand från HABO kommun är den idag helt dominerande) kostar ca 250 Skr/ton. Priset varierar beroende på grovlek. Grövre sand blir billigare, då den inte håller lika mycket vatten som behöver torkas bort. Här tillkommer givetvis frakten som varierar med fraktsätt, kundstorlek och distans. Sjöfrakt är särklassigt billigast.

Inportsand av högvärdig kvartstyp från idag främst Belgien kostar ca 500-600 Skr/ton i hamn. Olivinsand från Norge ca 800 Skr/ton används i stort sett enbart till slitstål. Specialsander som Kromitsand från Sydafrika ca 2500 Skr/ton och Zirkonsand från östra Australiens badstränder kostar över 2500 Skr/ton, men priset varierar mycket.

### 1.2.3 Furan

Bindemedel av typ "furan" eller "fenolfuran" beroende på andelen av FA (furfurylalkohol) som ingår. Är mängden över 60 % kallar man det för "furan". Resterande mängd är en basharts av fenol, formaldehyd och ibland urea (karbamid) som kokas tillsammans i en reaktor. Det färdiga hartset kläder man på sandkornen i en skruvblandare där sedan syra tillsätts. Dessa är antingen PTS (67 %-ig paratoluensulfonsyra) eller P75 (75 %-ig fosforsyra). Den färdigblandade massan får falla ner i modellens form- eller kärnhålighet där den kompakteras manuellt eller genom vibration. Formen självhärdar efter en viss tid, som beror på sandtemperatur, typ av harts och eller mängd tillsatt syra. Slutligen dras modellen. Formen eller kärnan får härda klart. Efter påföring av ett eldfast skikt som torkas, blackning, sker pågjutning följt av uppslagning. Sanden återvinns och processen kan inledas på nytt.

### 1.2.4 Alkalisk resol

Bindemedlet alkalisk resol, som främst stålgiuterierna använder pga. tekniska fördelar är som namnet säger en förprocessad fenolharts som är löst i en alkalisk vattenlösning. Man använder i övrigt samma teknik som för "furan" med undantag för härdaren som här är en ester av typ glycerol- eller karbonater. Vid termisk återvinning av alkalisk resolbindemedel krävs att en jonbytare av typ kaolinlösning sätts till sanden innan den termiska behandlingen, annars är risken betydande, att sanden sintrar samman till klumpar.

### 1.2.5 Cold Box

Cold Box-bindemedel är idag det i särklass mest använda bindemedlet till kärnor för metall- och järngjutods. Cold Box bindemedel är uppbyggt av fenolharts och isocyanat (MDI, metyldifenylisocyanat) som blandas med sand i en satsblandare ovanför en kärnskjutmaskin. Kärnmassan skjuts under inverkan av tryckluft ned i en modell, där en amingas, som i detta fall fungerar som en katalysator, mycket snabbt härdar kärnmassan till en kärna eller till en mindre form.

### 1.2.6 Skalsand

Skalsand har på senare år tappat en stor del av sin marknad bland järngiuterierna till förmån för Cold Box. Den har dock bibehållit sin ställning bland stålgiuterierna. Skalsand är ett bindemedel som levereras till giuterierna som ett halvfabrikat. Sandkornen är redan klädda med en fenolharts hos leverantören. Sanden är torr och friflytande samt innehåller även en härdare (hexamin) som har den egenskapen att den vid ca 155°C spjälkas i formaldehyd och ammoniak. Tillverkning av skalformar och kärnor går till på så sätt att ett verktyg (modell) upphettas till nära 300°C. Modellen beläggs med skalsand i överskott, som från modellytan gradvis upphettas tills hartsskikten på kornytorna smälter. Formaldehyden från härdaren bildar tillsammans med sin motsvarighet i hartsfilmen ett polymeriserat nätverk, vilket sluthärdar skalsanden och bildar ett skal. Detta limmas samman med ytterligare ett skal så att en form bildas. Under pågjutningen får man redan en påbörjad termisk behandling som kan slutföras i en termisk återvinningsanläggning. Den processade sanden skulle kunna returneras till leverantören för ny klädning med bindemedel och härdare.

## 2 EXEMPEL PÅ ANLÄGGNINGAR MED SVENSKA REPRESENTANTER

Tillverkarna av gasanläggningar för sandåtervinning i Europa domineras av några få företag. Tre av dessa är representerade via agenter på den svenska marknaden. Det företag som har uppvisat flest referenser avseende termisk sandåtervinning är Richards Engineering Inc. i England. De andra två är IMF, Italien och Omega, England.

### 2.1 RICHARDS ENGINEERING INC.

Exempel på anläggningar, som finns i kapaciteter från 0,5 till 12 ton/h, från Richards är följande: Den första avser sandåtervinning av retursand från formning i furan och/eller kärnsand typ Cold Box, bild 1. Där framgår att återvinningen sker i en gaseldad fluidiserande bädd, som förvärms av heta avgaser i en rekuperator.

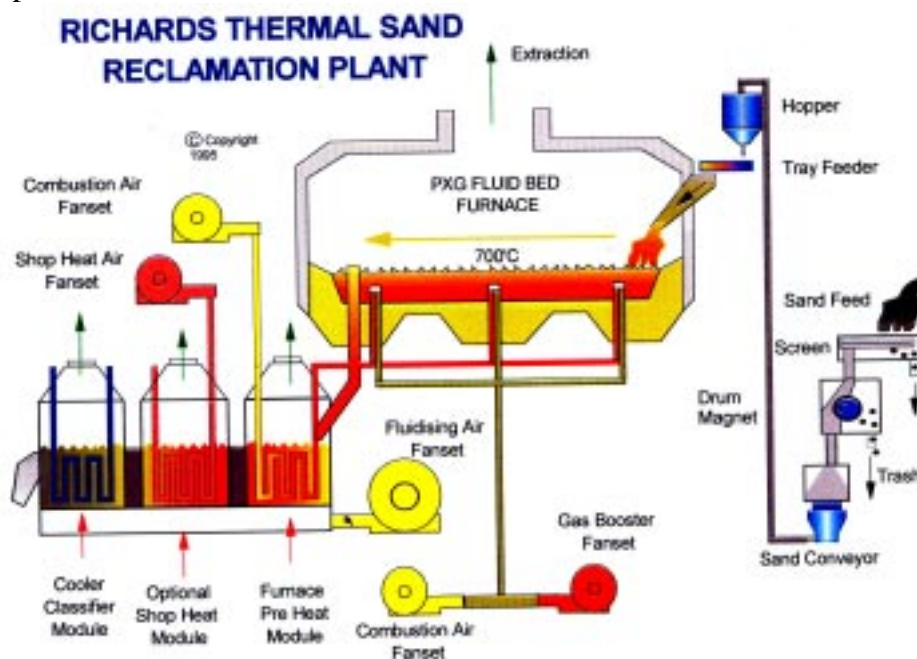


Bild 1. Termisk anläggning som är lämplig för återvinning Cold Box-sand i ett kokillgjuteri.

Ofta krävs en mekanisk behandling före den termiska, bild 2. Innan den termiska behandlingen inleds, startar processen med en kombinerad urslagare och attritionsbehandling, där formresterna mals ner till kornstorlek. Efter detta processteg mellanlagras sanden i en silo. Ur silon levereras en specificerad mängd sand per tidsenhet ut, varifrån ickemagnetiskt grövre material bortsiktas och ev. magnetiskt material avskiljs effektivt med hjälp av en trummagnet. Allt organiskt material bränns bort i den gaseldade fluidiserande bäddugnen.



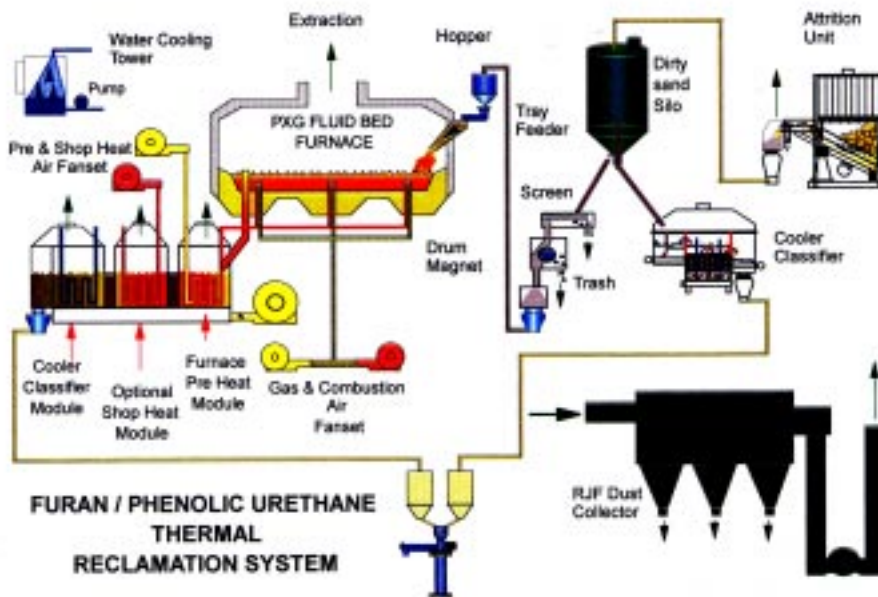


Bild 2. Återvinning av furansand i två steg med mekanisk teknik i ett inledande steg, där formmassan behandlas ned till kornstorlek samt att föroreningar avskiljs.

Svårare slag av sandåtervinning inträffar när formar tillverkade med bindemedel av typ alkalisk resol med esterhärdare har använts, bild 3. När form- och kärnmassa med ett bindemedel av detta slag ska återvinnas termiskt, krävs att någon typ av additiv, som fungerar som jonbytare, tillsätts före att den termiska behandlingen påbörjas. I övrigt är återvinningsanläggningen i stort sett identisk med ovanstående.

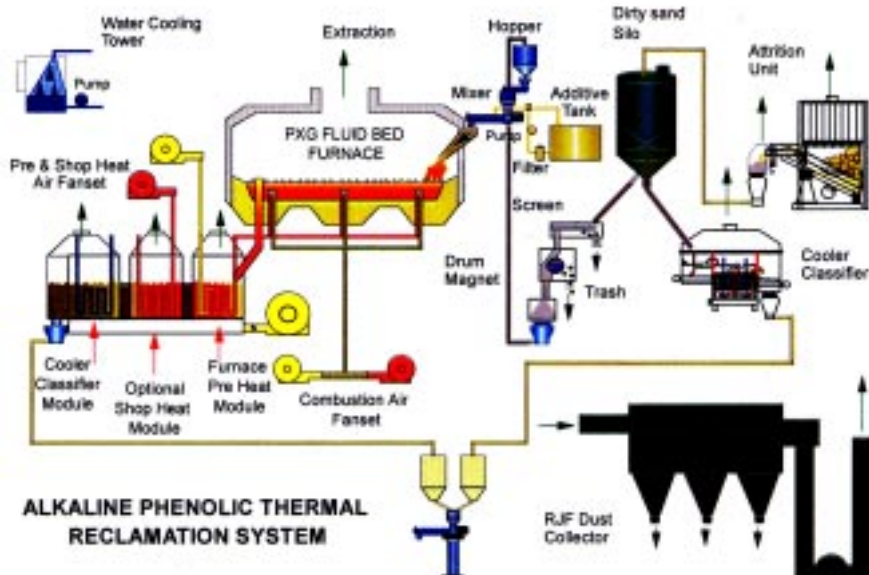


Bild 3. Termisk återvinning av bindemedel av typ alkalisk resol med härdare av flytande ester.

## 2.2 OMEGA: ECO-THERM

Ett annat engelskt företag Omega Foundry Machinery Ltd har på den svenska marknaden nyligen presenterat: ECO-THERM fluidbäddsugn, bild 4. Det är ugnar med kapaciteter på 0,5 till 3 ton sand per timma. Arbetstemperaturen kan varieras mellan 650 och 800°C. Även denna utrustning kan utrustas med tillsats för flytande additiv, som gör det möjligt att även återvinna alkalisk resolbunden form- och kärnsand.

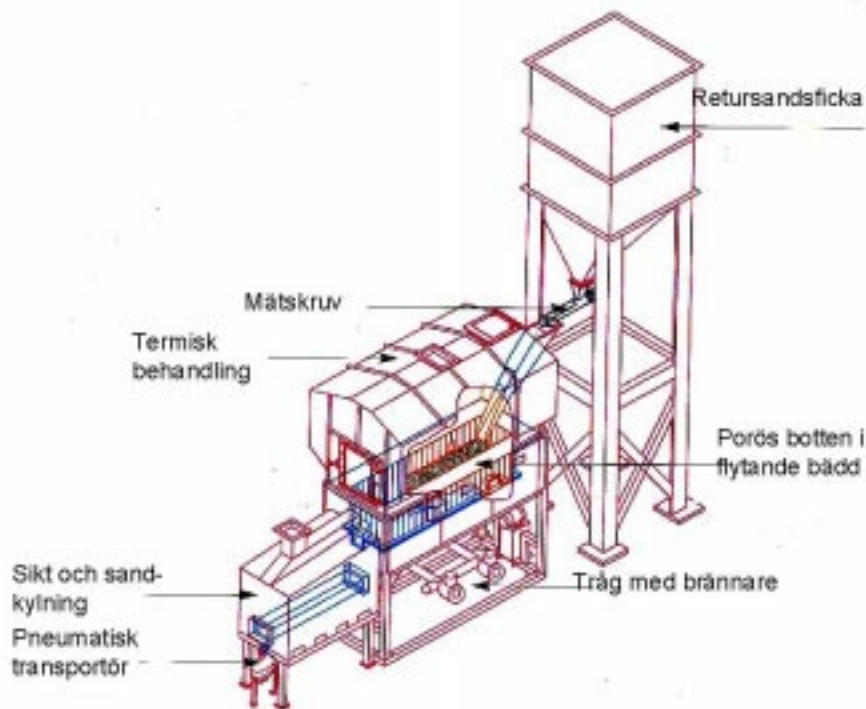


Bild. 4 Termisk återvinning av typ Omega ECO-THERM.

### 3 TERMISKA ÅTERVINNINGSANLÄGGNINGAR UTAN SVENSK REPRESENTANT

#### 3.1 CEC: DFB (DEEP FLUIDIZED BED)

Ett amerikanskt företag CEC (Consolidated Engineering Company) har satsvis arbetande återvinningssystem av typ DFB (Deep Fluidized Bed) för aluminiumgjutgods, där utöver sandåtervinning även kärnurslagning och värmebehandling utförs samtidigt, bild 5, 6 och 7.

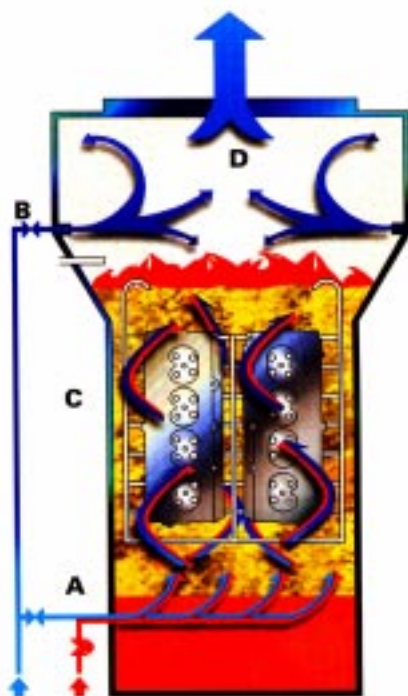


Bild 5. En djup fluidiserande bädd (DFD) för samtidig sandåtervinning, kärnurslagning och värmebehandling av gjutgods i aluminium.

En blandning av gas och luft inblåses in i bädden av gjutsand genom ett speciellt förgreningsrör. Fluidiseringsluften flödar långsamt, vilket innebär att partiklarnas hastighet blir låg. En sticklåga medför att en omedelbar förbränning av gas-luft blandningen inleds. Bädden fluidiseras till att bli en näst intill ideal blandare, som skapar en effektiv och stabil värmeöverföring, när blandningen turbulent cirkulerar omkring och inuti gjutgodset.

Processgaserna blandas med sekundär luft som tillförs i en förbränningskammare. Valfritt värmeåtervinningssystem kan ge tillbaka upp till 40% av energin i processen. Den återvunna värmeenergin kan användas antingen för åldring av gjutgodset eller till förvärmning av sanden. Samtliga kärnor kommer inom 2 timmar att vara fullständigt avlägsnade. Temperatur och processtid kan individuellt regleras för respektive behållare.



Bild 6. Satsvisa DFD-processen



Bild 7. Exempel på mekanisering av DFD-processen.

### **3.2 5.2 FATA ALUMINIUM: ECO-REC**

Det italienska företaget FATA Aluminium marknadsför gasbaserade termiska återvinningsanläggningar med beteckning: ECO-REC för små och medelstora gjuterier, bild 8. Målsättningen med anläggningen kan sammanfattas med följande punkter:

- Minskning av driftskostnader.
- Märkbara besparingar i sandkostnader. Snabb återbäring på investeringen
- Automatisk funktion utan att operatörer behöver närvara.

Kvaliteten på den processade sanden ska motsvara nysandens. Sanden ska kunna användas i alla steg i tillverkningsprocessen. Emissioner och fasta rester ska vara i överensstämmelse med existerande miljöbestämmelser och lagar. En inledande förbehandling av retursanden behövs, för att reducera sanden till en förbestämd kornstorlek och för att avlägsna eventuella metalliska och icke-metalliska föroreningar. Den verkliga behandlingen genomförs i en "HOT-REC" återvinningsapparat.

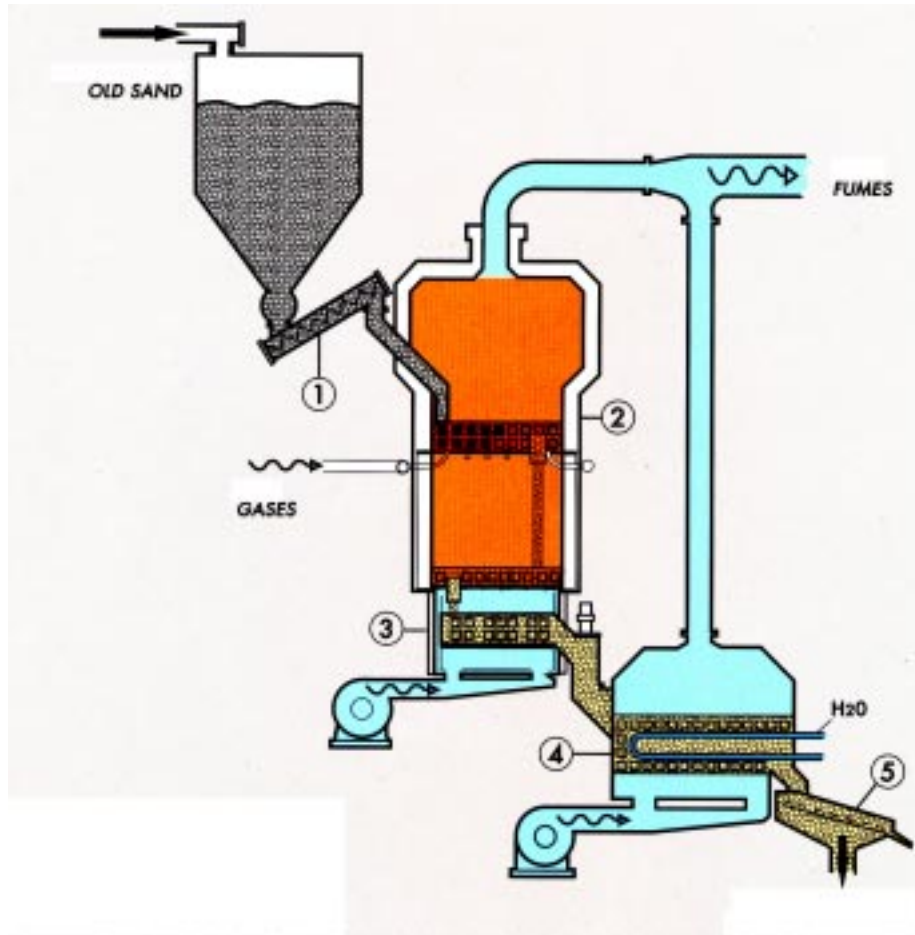


Bild 8. FATA termisk återvinningsanläggning av typ HOT-REC.

Skruvtransportören ( pos. 1) transporterar en känd sandmängd in i den cylindriska calcineringskammaren (pos. 2), som har isolerade väggar och en bottenplatta i rostfritt stål. Bottenplattan är utrustad med patenterade fluidiseringsmunstycken och koaxialt arrangerade matningsrör.

Luft och gas blandas tillsammans direkt inuti förbränningskammaren. Gastillförselsystemet är utrustat med alla detaljer som krävs för en fullständig säker funktion även i ett nödläge utan att någon operatör behöver ingripa. Sanden passerar in i en förkylare (rekuperator) (pos. 3), som omfattar två flytande bäddar, där sanden kyls till 200°C och luften förvärms till ca 500°C. Därefter passerar sanden igenom en slutlig kylare (pos.4), som innehåller ett rönnät i vilket kylvatten cirkulerar. Från kylarens utmatningsöppning passerar sanden slutligen genom en vibrationssikt (pos.5) där föroreningar och grövre kornaggregat avlägsnas.

### 3.3 GMD: THERMO-SCRUBBER 2000

Ett amerikanskt företag, GMD Enviromental Systems, Inc., finns på marknaden för termiska anläggningar med utrustningen THERMO-SCRUBBER 2000, som är utvecklad för gjuterier som främst önskar att återvinna hartsbunden sand till nysandskvalitet, bild 9. Nära kopplade ugnar av typ fluidiserande bäddar medger en kontinuerlig kalcinering och kylning med hjälp av varmluftsskrubning och transport m.h.a. gravitationen. Det betyder att heta rör på ett unikt sätt inte förekommer.

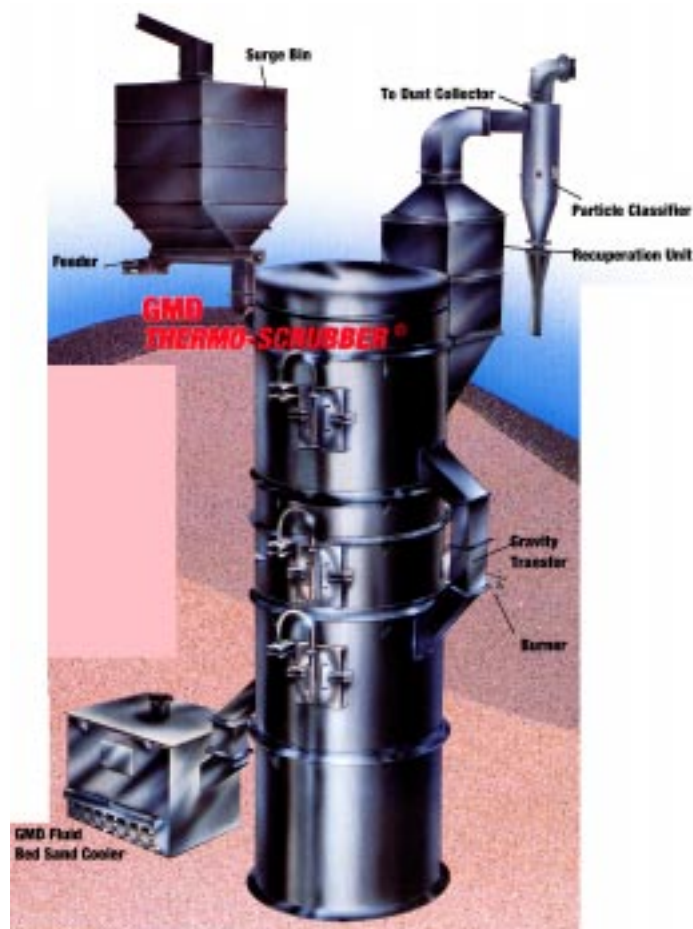


Bild 9. GMD:s Thermo-Scrubber sandåtervinning.

Följande fördelar anges:

- Matningen kan varieras
- Hög termisk effektivitet
- Låg energiförbrukning
- Inga rörliga heta delar
- Inget eldfast foder
- Låga underhållskostnader
- Högt processutnyttjande
- Kontinuerlig process
- Värmerekuperator
- Låga kapitalkostnader
- Ingen operatör krävs

Man garanterar en oförändrad siktfordelning och glödningsförlust samt ett oförändrat syraförbrukningstal hos sanden.

### 3.4 SIEMPELKAMP: DUAL PROCESSOR

Återvinningsanläggningar av typ Siempelkamp Dual Processor kombinerar en automatisk termisk regenerering av formsand med användning gasol i kombination med stoft med högt innehåll av organiskt material, bild 10.

Tekniken som har implementerats bygger på att en reaktor av typ fluidiserande bädd upphettas med hjälp av en gasbrännare till en temperatur på 850°C. Reaktionen fortgår sedan utan gastillförsel med stoftet från återvinningsprocessen som bränsle. Efter cirka en timma av termisk behandling i den kraftigt fluidiserade bäddreaktorn, töms sanden ut via en sluss, kyls av och transporteras till en nysandsficka. Samma process förändrar stoftavfallet till ett användbart kvartsmjöl, vilket reducerar de höga deponeringskostnaderna. Överskottsenergin från processen kan användas internt eller externt för uppvärmningsändamål.

Denna nya teknologi förändrar ett tidigare avfallsstoff till ett bränsle med ekonomiskt värde och därtill en värdefull resurs, som kan användas direkt i gjuteriet.

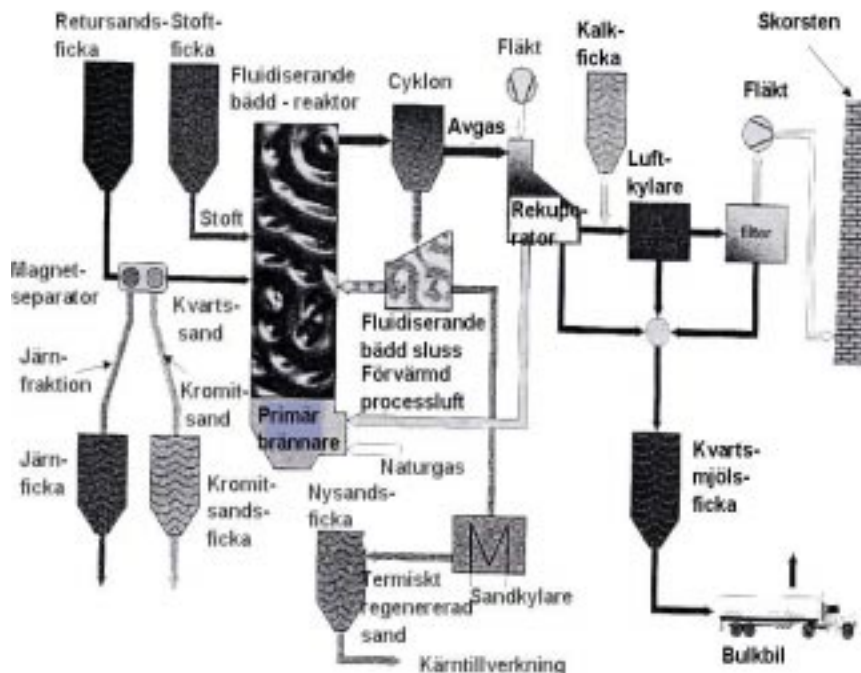


Bild 10. Siempelkamp Dual Processor "Dual Processor" använder en teknik som samtidigt ger sandåtervinning och utnyttjar de organiska resterna som energikälla.

### 3.5 GUDGEON: THERMIFIRE

Gudgeon Thermfire International Inc. är en av Nordamerikas ledande tillverkare av gaseldade termiska återvinningsutrustningar för sand, bild 11. Man har sålt mer än 50 anläggningar i Nordamerika. Kostnaden för återvinning i USA är för närvarande lägre än 5 US\$ per ton, vilket för närvarande motsvarar cirka 50 Skr.



Bild 11. Termisk återvinningsutrustning av typ Gudgeon Thermfire 3000.

#### 3.5.1 Fördelar med termisk sandåtervinning enligt Gudgeon Thermfire Inc.

- Starkare formar och kärnor med lägre tillsatser av kemiska bindemedel. (Efter övergång till Thermfire regenererad sand kunde ett gjuteri minska tillsatsen av bindemedel från 1,2 till 0,7 %). Kostnaden för kemikalier kunde reduceras från 50 till 30 miljoner SEK per år.
- Slipning och svetsning av gjutgodset är inte nödvändigt i samma omfattning. Med lägre bindemedelstillsatser och en överlägsen sandkvalitet, minskar tex. gjutdefekter som sprickgrader och fastbränd sand.
- Bättre godsytter och mindre mängd porositeter. Lägre bindemedelstillsatser ger mindre gasavgivning. Förutom att sanden kalcineras och kyls utförs en kraftfull siktning där finandelar avlägsnas, vilket förbättrar formens gasgenomtränglighet.
- Mer gjutgodset med rätt dimensioner. När Thermfire kalcinerar sanden, skapar processen en andel expanderade korn av kvartssand, vilka inte kommer att passera genom samma expansionsförlopp som nysanden vid varje ny pågjutning. I stålgjuterier kan detta minska eller eliminera behovet av järnoxid, zirkonsand och kromitsand.
- Betydligt mindre omfattning av lukter och rökgaser i gjuteriet under och efter avgjutningen, på grund av att mindre bindemedel åtgår.



### **3.5.2 Fördelar med Gudgeons konstruktion med flytande sandbäddar placerade sida vid sida.**

Thermfire utrustningen når sin arbetstemperatur och är igång med processen av sanden från kall start på så kort tid som 10 minuter. Utrustningen är lämplig för inmatning av sand från en nära placerad silo med hjälp av gravitationen genom ett inloppsrör vid en höjdskillnad, som är mindre än 2,14 m. Thermfire utrustningen är extremt kompakt och använder endast en mindre golvyta. Installationen är varken komplicerad eller dyr.

Den termiska återvinningen utförs endast i en apparat. Sanden återvinns termiskt, klassificeras och kyls till cirka 30°C. Därefter kan sanden lämna maskinen. Ingen mer sandkylning, klassificering eller efterförbränning behövs.

Designen av kalcineringsbädden som är djup och som är utrustad med rörbrännare, vilka är placerade nära botten av bädden, möjliggör att hela sandvolymen uppnår kalcineringsstemperaturen. Utförandet enligt denna metod är fullständigt överlägsen tekniken att värma enbart på bäddens övre partier eller på ytan. Den långa processtid, när sanden blir utsatt för hög temperatur, producerar kontinuerligt låga glödningsförluster på 0,02 % eller bättre.

Thermfire utrustningarna är konstruerade för ett långt liv, genom att friflytande, tunga korrugerade cylinderfoder i rostfritt stål används. Denna konstruktion förhindrar uppkomst av bucklor och sprickor, som de cykliska temperaturväxlingarna ger upphov till. Thermfire 1000 och 2000 (454 resp. 907 kg sand per timma), lämpligt för de små gjuterierna där golvutrymmet är begränsat. Thermfire 3000, 6000 och 12000 (1361, 2722 och 5443 kg per timma) är lämpliga för större gjuterier och när golvytan har stor betydelse.

### **3.5.3 Fördelar med konstruktionen staplade sandbäddar.**

Thermfire utrustningar med staplade bäddar kan nå upp till sin arbetstemperatur och vara igång med att processa sand från kall start inom 25 minuter. Två minuter för värmeåtervinning är en säkerhet för låga driftskostnader. Förbränningsgaserna passerar en värmeväxlare, där tilluften förvärms. Den förvärmade luften fördelas sedan mellan brännarna.

Stackade fluidiserade bäddar innebär att endast en fläkt åtgår till fluidiseringsluften. Luften som passerar kylbädden upphettas och den heta luften kommer att fluidisera sanden i den övre bädden. Termisk sandåtervinning utförs enbart i en maskin. Sanden återvinns termiskt, klassificeras och kyls till cirka 30°C innan den lämnar maskinen. Ingen ytterligare sandkylning, klassificering eller efterbehandling är nödvändig.

Designen med den djupa kalcineringsbädden med rörbrännare, vilka är placerade nära botten av bädden möjliggör att hela sandvolymen når samma kalcineringsstemperatur. Utförande enligt denna metod är fullständigt överlägsen tekniken att enbart upphetta på bäddens övre delar eller på ytan. Den långa processtid när sanden blir utsatt för hettan skapar kontinuerligt låga glödningsförluster på 0,02 % eller bättre.

Thermfire utrustningar är designade för en lång livslängd, genom att användning av friflytande, tunga korrugerade cylinderfoder. Dessa konstruktioner i rostfritt stål förhindrar uppkomst av bucklor och sprickor, vilka inträffar på grund av cykliska temperaturväxlingar.

## 4 CASE STUDIES

### 4.1 ENGELSKT GJUTERI

Gjuteriet använder en återvinningsanläggning av typ Thermfire, som har konstruerats för en kapacitet på 0,5 ton/timma. Anläggningen innefattar två st ”fluidiserande bäddar”, som är placerade sida vid sida i en stålkabin. Processtemperaturen är 720°C. Vid denna temperatur förbränns alla bindemedelsrester fullständigt. I en andra bädd kyls sanden till 35 °C.

Formar och kärnor förbehandlas tills man når kornstorlek, därefter avlägsnas metalliskt och ickemetalliskt material i siktar och speciella magnetseparatorer. Termisk återvunnen sand duger tekniskt till att ersätta nysand i formar och kärnor, vilket innebär att kostnaden för köp av nysand samt deponering kan reduceras eller elimineras.

Med snabbt stigande kostnader för inköp av nysand och deponering av förbrukad sand, blev investering i en termisk återvinningsanläggning en ekonomisk nödvändighet redan under mitten av 1990-talet.

#### 4.1.1 Emissionsövervakning

Maximala och medelemissionsnivåer för stoft, lättflyktiga organiska ämnen (VOC), förbränningsgaser, formaldehyd och isocyanater övervakades efter åtagandet mot myndigheterna för att:

- Bedöma efterlevnaden av lagmässiga krav.
- Utvärdera effekterna från olika driftsupplägg på de ur miljösynpunkt intressanta emissionerna.

Dessa undersökningar visade att, under förutsättning att utrustningen var korrekt installerad och kontrollerad var emissionsnivåerna i stort sett konstanta. Till exempel bild 12, bilaga 1, visar förgasade organiska substanser över en period av 1 timma. I tabell 1 visas utsläppen från anläggningen av organiska ämnen och stoft.

Tabell 1. Emissionsnivåer.

Förorening	Utvecklad konc.
Stoft	< 5 mg/m <sup>3</sup>
VOC	< 10 mg/m <sup>3</sup>
Koloxid	< 20 mg/m <sup>3</sup>
Formaldehyd	< 0,05 mg/m <sup>3</sup>
Isocyanater	< 0,02 µg/m <sup>3</sup>

Av stor betydelse är att emissioner övervakas för att försäkra sig om att förbränningen blir tillräcklig för att förstöra bindemedelsresterna. I tillägg är det nödvändigt att upprätthålla en bra processkontroll, för att bibehålla låga utsläpp enligt lagar och bestämmelser. Kritiska parametrar är:

- Rutinmässigt underhåll
- En lämplig temperatur i och ovanför bädden.
- Kontroll av lufttillförsel till de fluidiserade bäddarna.
- Kontroll av att sandens inmatningshastighet är minst 20 % av den beräknade kapaciteten.

#### 4.1.2 Sandkvalitet

Prover på nysand, nermalad (krossad) formsand och termiskt behandlad sand jämfördes i ett laboratorium. Undersökningen innefattade glödgningsförlust, kornfördelning och mikroskopfotoanalys. Olika sandblandningar provades med avseende på bänktid och hållfasthetsutveckling.

Den termiskt återvunna sanden uppvisade glödgningsförlustvärden som var mindre än 0,1 %, åtskilligt lägre än glödgningsförlusten för nysanden (0,29 %). Siktanalysen för olika sander uppvisade inga signifikanta skillnader i medelkornstorlek, bild 13, bilaga 2. Emellertid var den finfördelade pågjutna sanden och den termiskt återvunna sanden obetydligt grövre än nysanden, för att i dessa fanns fortfarande agglomererade korn och stoftpartiklar som behövde avlägsnas under återvinningsprocessen. Mikroskopfoton, bild 14 bilaga 3 visade att den finfördelade pågjutna formsanden var klädd med bindemedelsrester, medan termiskt återvunnen sand var ren som nysand.

#### 6.3 Gjutförsök

Gjuteriet använder normalt en blandning av 70 % finfördelad retursand och 30 % nysand, utom när ytkraven är höga, då ändras blandningen till 50:50 %. Försök indikerade att varken enbart termiskt behandlad sand eller blandningar på 70:30 eller 50:50 gav några mätbara skillnader. Godsytorna var jämförbara i samtliga fall.

Tabell 2. Tryckbrottgräns för nysand, nedkrossad sand och termiskt återvunnen sand.

Sand	Tryckbrottgräns N/cm <sup>2</sup>
Nysand	393,7
Termiskt återv.	403,6
Finkrossad sand	305,1
50:50 Ny och finkr.	324,8
50:50 Term. och finkrossad sand	324,8

### 4.1.3 Kassationsnivå

Gjuteriets kassationer för sex månader före och efter installation av anläggningen för termisk återvinning visar att dessa minskat med 2 %. Den lägre kassationen avser främst sandrelaterade gjutfel.

Tabell 3. Kassation före och efter termisk återvinning.

	Före termisk återvinning	Efter termisk återvinning
Total kassation	5,68%	3,47%
Sandrelaterad kassation	2,30%	1,47%

### 4.1.4 Ekonomisk analys

I gjuteriet har nysanden ersatts av termiskt återvunnen sand. Därför har man nu mycket låga kostnader för nysand och deponering. Driftkostnaderna för anläggningen vid en kapacitet av 0,5 ton/timme och gjuteriets behov som är 75 ton/vecka. Tabell 4 sammanfattar kostnaderna.

Tabell 4. Driftkostnaderna (1994 års priser) för den termiska återvinningen.

	1994 års pris	2002 års pris
Elektricitet	14,31 Skr/ton	
Gas	32,67 Skr/ton	76,16 Skr/ton
Underhåll	10,26 Skr/ton	
<i>Totalt</i>	57,24 Skr/ton	

En anläggning av detta slag kostade ( i 1994 års priser) cirka 700 000 Skr. De signifikanta ekonomiska fördelarna med termisk återvinning var enligt tabell 5.

Tabell 5. Ekonomin för en investering i termisk sandåtervinning i 1994 års prisnivå för aktuellt objekt.

Inköp av nysand	840 000 Skr/år
Deponeringskostnad	355 000 Skr/år
Total kostnad utan återvinning:	119 5000 Skr/år
Kostnad termisk återvinning	198 000 Skr/år
Besparing	994 500 Skr/år
Återbetalningstid av produktionsutrustning	9 månader

## **4.2 AMERIKANSKT GJUTERI**

Badger Ironworks i Menomonie, Wisconsin, USA är ett stålgjuteri som p.g.a. höga deponiavgifter tvingades börja dumpa sand på tomten. På ett par år hade sandhögen växt till 3.000 ton sand och företaget tog då beslutet att investera i en anläggning för termisk återvinning.

1999 driftsatte man en Thermfire TF-2000 (behandlar 1 ton/timme) termisk återvinningsanläggning och inom två år hade man dels avlägsnat hela den gamla högen med använd gjutsand, dels återvann man stora delar av sin använda gjutsand. Kvaliteten bedömdes vara mycket hög på den återvunna sanden, bl.a. kunde man minska tillsatsen av bindemedel från 1,2 % till 1 %.

## **4.3 KANADENSISKT GJUTERI**

Aluminiumgjuteriet Montupet i Quebec, Kanada, investerade p.g.a. såväl ekonomiska som miljömässiga skäl i en termisk återvinningsanläggning 1995. Anläggningen, som kan behandla över 5 ton i timmen, har ett energibehov på strax över 300 kWh naturgas och knappt 30 kWh el per återvunnet ton sand.

Kostnaderna för ett ton sand var innan man installerade återvinningsanläggningen 109 CAD/ton (cirka 700 SEK/ton) men kostnaden för återvunnen sand var endast 12 CAD/ton (cirka 80 SEK/ton), Trots en omfattande investering på nästan 10 miljoner SEK, var anläggningen återbetald på mindre än två år. Kvaliteten på den återvunna sanden bedöms vara överlägsen kvaliteten på nysand.

## **5 RESERAPPORT FRÅN BESÖK HOS GJUTERIER I ENGLAND**

### **5.1 BESÖK HOS TRE GJUTERIER SOM ANVÄNDER TERMISK SANDÅTERVINNINGSGJUTNING FRÅN RICHARDS LTD.**

Gjuterierna är Weardale stålgiuteri som använder alkaliskt resolbindemedel, Hillside Foundry som använder furanbindemedel samt Broxap Ltd som använder Pepset (Polyuretan) som bindemedel. Gjuteriet hade dock nyligen fått nyttjandeförbud för Pepset och avsåg att övergå till alkaliskt resol.

Alla tre gjuterierna arbetade med den mest förekommande utrustningen från Richards PX2000, som betyder ca 2 ton/timma. Det finns anläggningar från 0,25 upp till 12 ton/timma. Den totala energiförbrukningen (gas och el) är i genomsnitt för anläggningarna 280 kWh/ton återvunnen sand. Kvaliteten på sanden bedömdes av gjuterierna som likvärdig eller bättre än nysand (enbart kvartssand).

Vid stålgiutning på kvartssand med alkaliskt resolbindemedel krävs en tillsats av kaolinlösning med en koncentration på cirka 1 viktsprocent. Kaolinet fungerar som en jonbytare m.a.p. på natrium och kalium och på så sätt ökar sandens eldhärdighet. Det är osäkert om denna process är nödvändig vid giutning i aluminium.

### **5.2 EKONOMI**

Ekonomi för de engelska gjuterier som besöktes baserades på driftskostnaderna, då investeringarna i stort sett var avskrivna. Per ton sand låg kalkylerna baserat på aktuella gas- och elkostnader på ca 70 Skr/ton, men gaskostnaderna är lägre och elkostnaderna högre än i Sverige. Richards indikerade att kostnaden för en återvinningsanläggning i vanlig storlek 2 ton/timma är i området 150 K£ idag.

Erfarenheterna var att hartsförbrukningen hade reducerats. Tex. hos furangjuteriet hade det minskats från ca 1% till 0,8% och man diskuterade ytterligare reduceringar.

Ett flertal gjuterier återvinner en mindre andel sand som räcker till kärnor och till modellsand. Detta betyder att investeringen i utrustning blir mindre. Kostnaderna för deponering varierade kraftigt beroende på gjuteriernas placering. T.ex. ett giuteri på landsbygd hade 3,70 £/ton medan ett annat i tätbebyggd stadsmiljö hade en kostnad av 20 £/ton.

### **5.3 KONTROLLOMFATTNING**

Temperatur i olika zoner kontrollerades. Kapaciteten kalibrerades 1 ggr/månad. Processen är helt automatiskt styrd och skulle något krångla stänger den av sig själv och kallar på hjälp.

### **5.4 KVALITETSKRAV**

Från Richards sida bedömer man, att de svenska sanderna inte är lämpliga för termisk återvinning i en hög omfattning, på grund av deras innehåll av fältspater kan störa processen och sintra sanden. Man rekommenderar belgisk kvartssand (99,9 % kvarts). Den tillsats av nysand som krävs är för att ersätta dammförluster och eventuell skräpsand i gjuteriet. Dammförlusterna ligger i snitt på ca 3 – 4 vikts-%.

### **5.5 EMISSIONER**

Stoftet i lokalen och efter filtren kontrollerades kontinuerligt automatiskt och siffrorna redovisades Online digitalt i  $\text{mg/m}^3$  i styrcentralen eller i styrdatorn. Lagen i England kräver en omfattande årlig kontroll av alla utsläpp, som utförs av CDC i Sheffield.

### **5.6 BEGRÄNSNINGAR**

Två bindemedelssystem varnar man för ur synpunkten termisk återvinning. Formtillverkning i resol  $\text{CO}_2$  ger problem pga. att bindemedlet innehåller borax, som får sanden att sintra i temperaturer som är aktuella i processen. Furanformning där man använder fosforsyra som härdare. Denna kemikalie kommer utöver att den sänker sandens sintringtemperatur även att täta ihop duken i stofffiltren och snabbt bilda kakor. Man har i dessa fall tvingats sätta in våta filter istället.



## **6 ALTERNATIV ANVÄNDNING AV GJUTERIERNAS ÖVERSKOTTSSAND**

### **6.1 ALLMÄNT**

Runt om i gjuterivärlden bedrivs ett intensivt arbete med att finna alternativ till ren deponering av gjuterisanden. Trots att man nu i vissa fall arbetat i 15 år är det fortfarande ett faktum att ca 90 % av gjuterisanden fortfarande hamnar som fyllmaterial på någon form av deponi. De svenska gjuterierna förbrukar årligen i storleksordningen 200 – 250 000 ton sand.

Vi ser nu att de totala sandkostnaderna för allt fler gjuterier dramatiskt skjuter i höjden till nivåer som t o m påverkar resultatet för hela verksamheten. Dessutom är det en direkt konkurrenspåverkan eftersom det finns stora skillnader mellan olika gjuteriers kostnader. Ett faktum i Sverige är att för likvärdiga sander tvingas vissa gjuterier betala 550 kr/ton i hantering/deponering medan andra endast betalar 25 kr/ton.

När det gäller avfallsskatten, som för närvarande är 288 kr/ton, finns i dagsläget en avdragsmöjlighet för gjuterisand dvs. den är i praktiken undantagen från beskattning. Samtliga material med avdragsmöjligheter skall emellertid gås igenom av myndigheterna 4 år efter skattens införande. Utfallet av denna genomgång vad gäller gjuterisanden vet man inget om. Om avfallsskatt på gjuterisand införs fullt ut kommer det att få mycket stora konsekvenser för svensk gjuteriindustri.

De ekonomiska aspekterna är en förklaring till det stora intresset vi ser idag för att hitta alternativ till deponering. Andra faktorer är:

- Införandet av miljöledningssystem där en betydande miljöaspekt genomgående är förknippade med avfallet
- Ett allmänt medvetande om att vi måste hushålla med naturresurserna
- Problem med att dagens deponier börjar att bli fulla
- Svårigheter med att finna nya deponiplatser
- Myndighetskrav

I den följande texten kommer en rad olika potentiella lösningar att beskrivas. Beskrivningen görs med utgångspunkt från organiskt bunden sand, eftersom det är i första hand för denna som termisk återvinning är ett alternativ.

Först en lista över några produktområden som kan vara tänkbara som användare av gjuterisanden:

- Cement
- Betong
- Asfalt
- Vägbyggen
- Kompost
- Mineralull

Även om ett användningsområde är tekniskt möjligt är förutsättningen för att lyckat resultat att finna lösningar, där det finns en vinna/vinna situation. Om inte båda parter har ekonomisk vinning faller användningen hur goda tekniska lösningar man än arbetar med. Genomgående är de konkurrerande materialen mycket billiga i Sverige. Vi har dessutom en god tillgång på jungfruliga material även om man från myndighetshåll har intentionen att minska uttaget av dessa massor. Exempel på detta är införandet av skatt på naturgrus.

## **6.2 CEMENT**

Cementindustrin har ett behov av att tillsätta  $\text{SiO}_2$  som en processråvara. Det medför att man är en storförbrukare av kvartssand. Internationellt är det vanligt förekommande att man använder gjuterisand i stället för jungfrulig kvartssand

Svensk cementproduktion sker vid Cementas anläggningar i Slite, Degerhamn och Skövde. Via RECI Industrier AB, som arbetar med energi och råvaruförsörjningen till Cementas anläggningar, har de svenska gjuterisandernas lämplighet som råvara undersökts. Sanderna innehåller en högre halt av alkali ( $\text{K}_2\text{O}$  samt  $\text{Na}_2\text{O}$ ) än vad som man kan acceptera i Slite. Önskemålet är att sanden inte skall innehålla mer än 1 % alkali. Siffran för gjuterisanderna var ungefär 2-3 ggr så hög.

Det som skiljer den största volymen av svensk gjuterisanden från den som används på kontinenten är dess inblandning av fältspat. Fältspaten medför, dels att man måste tillsätta mer sand vid cementtillverkningen eftersom  $\text{SiO}_2$ -halten är lägre och dels att mängden alkali blir högre. Mängden alkali som cementtillverkarna kan acceptera är även beroende av hur deras övriga råvarorna ser ut. Alkali har en negativ påverkan på själva produktionsprocessen i cementugnen. Den påverkar även kvaliteten på den färdiga cementen.

## **6.3 BETONG**

Betongindustrin har ett stort behov av finmaterial dels i konventionell betong men även i den allt mer populära vibrationsfria betongen. Den senare typen antas stå för merparten av anläggningsbetongen inom en snar framtid och Sverige har här en framstående position när det gäller FoU. Internationella erfarenheter pekar på att det finns möjligheter att nyttja gjuterisand även om det i praktiken främst har kommit till praktisk användning vid tillverkning av s k. "Flowabel Fill" som är en låghållfastbetong.

Försök har utförts att använda kemiskt bunden med resol+ester bindemedel. Såväl laboratorieförsök som försök i stor skala (30 m<sup>3</sup> betong) visar att möjligheterna är stora att använda just denna typ av gjuterisand. Användningen står och faller med om man kan finna en ekonomisk intressant lösning för såväl gjuteri som betongproducent. Gjuterisanden konkurrerar med material som redan finns till hands till en låg kostnad. En förutsättning är därför att transportavstånden är små samt att kostnaderna för behandling (ev. krossning och siktning) av sanden är låg.

#### **6.4 ASFALT**

I Tyskland har man arbetat under 10 års tid i avsikt att asfaltverken skall använda gjuterisand som en råvara i sin produktion. Under dessa år har man tagit fram ett mycket omfattande underlag som beskriver sanden men även specificerar de krav som användarna har på de material som skall användas till asfaltstillverkning. Idag finns ett antal tyska gjuterier som levererar sin sand till något närbeläget asfaltverk. Även i USA och England förekommer att man använder gjuterisand i asfaltproduktion.

Asfaltindustrin i Sverige har generellt sett god tillgång på billiga jungfruliga material. För att gjuterisanden skall vara intressant krävs att den har egenskaper som är intressanta för asfaltverken. En sådan egenskap kan vara sandens kornfördelning. Rent tekniskt finns inga större hinder att använda gjuterisand. Något kommersiellt nyttjande av gjuterisand förekommer emellertid inte i Sverige.

#### **6.5 VÄGBYGGEN**

I Tyskland finns ett antal företag som har som affärsidé att ta vara på överskottsmaterial från olika industrigrenar och förmedla dessa som råvaror till andra användare. En stor avnämare av dessa material, inte minst gjuterisand, är till vägbyggen. Det finns speciella krav fastställda som dessa s.k. kretsloppsmaterial måste uppfylla för att få användas.

I Sverige finns inga generella riktlinjer för användning av restprodukter i vägar. Detta är en förklaring till varför ytterst små mängder av returmaterial används. Intresse finns emellertid från entreprenadsidan att utforska om gjuterisand kan användas för enklare vägkonstruktioner

#### **6.6 KOMPOST/JORD**

Sand tillsätts allmänt för att göra kompost mer högvärdig ur växtsynpunkt. I USA är det inte ovanligt att man använder gjuterisand för beredning av jord för såväl anläggnings- som odlingsändamål. Även i England och Finland förekommer försök med detta.

I Sverige kommer det inom kort att bli förbjudet att lägga organiskt material på deponi. För att ta hand om ex. hushållsavfall kommer det därför att krävas att komposteringen ökas markant.

Såväl stora som småskaliga anläggningar kan bli intressanta. Detta öppnar möjligheten för en kontinuerlig avsättning för gjuterisand. Eftersom dessa anläggningar måste bli relativt lokala, pga. transportkostnaderna, kommer förhoppningsvis ett flertal gjuterier att ligga i närheten av någon kompostanläggning.

Inledande försök har gjorts i Sverige att blanda in organiskt bunden sand i kompost. Planer finns att starta upp ett nordiskt projekt där komposteringsalternativet skall utredas.

## **6.7 MINERALULL**

I ett samarbete med bl.a. Paroc AB har försök gjorts att använda restprodukter från olika branscher som råmaterial vid mineralullstillverkningen. Tekniskt har försöken varit framgångsrika. Emellertid är behovet av sand begränsat varför det troligen kan vara en lösning mellan något/några gjuterier med korta transportavstånd till avnämaren.

## 7 SLUTSATSER

Termisk återvinning av gjutsand har framgångsrikt demonstrerats utomlands i flera år och det finns över hundra anläggningar uppförda världen över. De positiva erfarenheterna är många och många gjuteriers ekonomiska situation har förbättrats tack vara en termisk återvinningsanläggning.

### 7.1 EKONOMISKA ASPEKTER

Stigande kostnader för hantering av använd gjutsand gör att intresset för termisk återvinning har skjutit fart i Sverige. Nedan sammanfattas de viktigaste driftsaspekterna som kan sammanfattas:

- Kostnaden för återvunnen gjutsand är cirka hälften av inköspriset för den vanligaste typen av nysand. Dessutom tillkommer kostnader för transporter och deponering av använd sand om man inte återvinner termiskt. D.v.s. de löpande kostnaderna bör rimligen minst halveras.

Sedan tillkommer ett par icke direkt ekonomiskt kvantifierbara faktorer:

- Kvaliteten på återvunnen sand har konstaterats vara likvärdig eller bättre på återvunnen sand.
- Det ligger ett miljövärde i att inte deponera sanden.
- Man är till en viss del "självförsörjande" på gjutsand.
- Delar av energin som används i återvinningsanläggningen kan användas för att värma upp lokalerna.
- Man kan minska tillsatserna av bindemedel.

#### 7.1.1 Drift och underhåll

En termisk återvinningsanläggning består av ett fåtal rörliga delar och driften av de termiska återvinningsanläggningarna är fullständigt automatiserad med hjälp av processdatorer, som bland annat övervakar gasbrännarnas funktion. Vid problem kallar utrustningen automatiskt på servicepersonal. 2-2,5 % av totalinvesteringen utgör den normala kostnaden för årligt underhåll. Det är således väldigt lite underhåll på dessa anläggningar. Räknat per ton återvunnen sand utgör drift- och underhållskostnader en liten andel, cirka 5-15 SEK/ton sand.

#### 7.1.2 Energiförbrukning

Energiförbrukningen totalt för gas och elektricitet är i genomsnitt för Richards anläggningar ca 300 kWh per ton återvunnen sand. Huvuddelen av energimängden (85-90 %) tillförs i form av gas. Energikostnaden (drift) för återvunnen sand är således i storleksordningen 100-125 SEK/ton sand beroende på valet av bränsle och aktuella energipriser.

### **7.1.3 Energiåtervinning**

Värmeåtervinning från rökgaserna med en sekundär värmväxlare för uppvärmning av gjuteriet är en viktig faktor för att uppnå ett effektivt energiutnyttjande. Detta gäller för alla koncept för termisk återvinning.

### **7.1.4 Sandförluster**

Cirka 3-4 % av gjutsanden går förlorad i dammförluster och måste ersättas med ny sand, detta utgör en ytterligare kostnad på cirka 10 kr/ton sand för den vanligaste sandkvaliteten.

## **7.2 DEMONSTRATIONSPROJEKT**

Det finns ett flertal gjuterier som är lämpliga objekt för termisk återvinning i Sverige. Målsättningen är att få ett av dessa gjuterier att investera i termisk sandåtervinning och på så sätt fungera som demonstrationsobjekt för den i Sverige fortfarande relativt outnyttjade tekniken. Svenskt Gastekniskt Center AB och Svenska Gjuteriföreningen kommer under 2002 att jobba vidare för att få till stånd en demonstrationsanläggning.

## 8 LEVERANTÖRER PÅ WWW

**Richards Engineering Inc.**

[www.richards-engineering.co.uk/](http://www.richards-engineering.co.uk/)

**Svensk agent: Hybe Maskin AB**

[www.hybe.se](http://www.hybe.se)

**Gudgeon Thermfire International Inc.**

[www.gudgeon.on.ca/](http://www.gudgeon.on.ca/)

**Omega Foundry Machinery**

<http://www.omegafoundrymachinery.com/>

**Svensk agent: Karlebo Gjuteriteknik AB**

[www.karlebo.se](http://www.karlebo.se)

**Consolidated Engineering Company**

<http://www.cec-intl.com/>

**FATA Aluminium**

<http://www.fataaluminium.com/>

**Siempelkamp**

<http://www.siempelkamp.de>

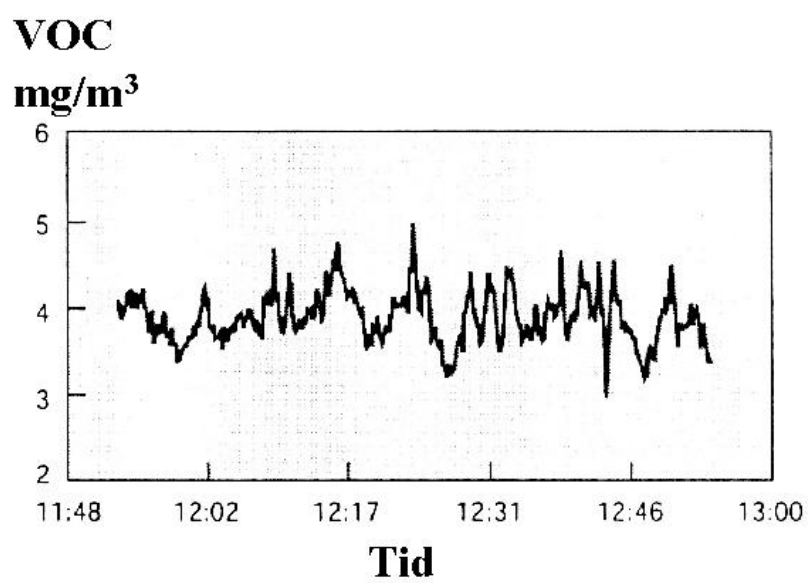


Bild 12. Emissioner av lättflyktiga organiska föreningar (VOC).



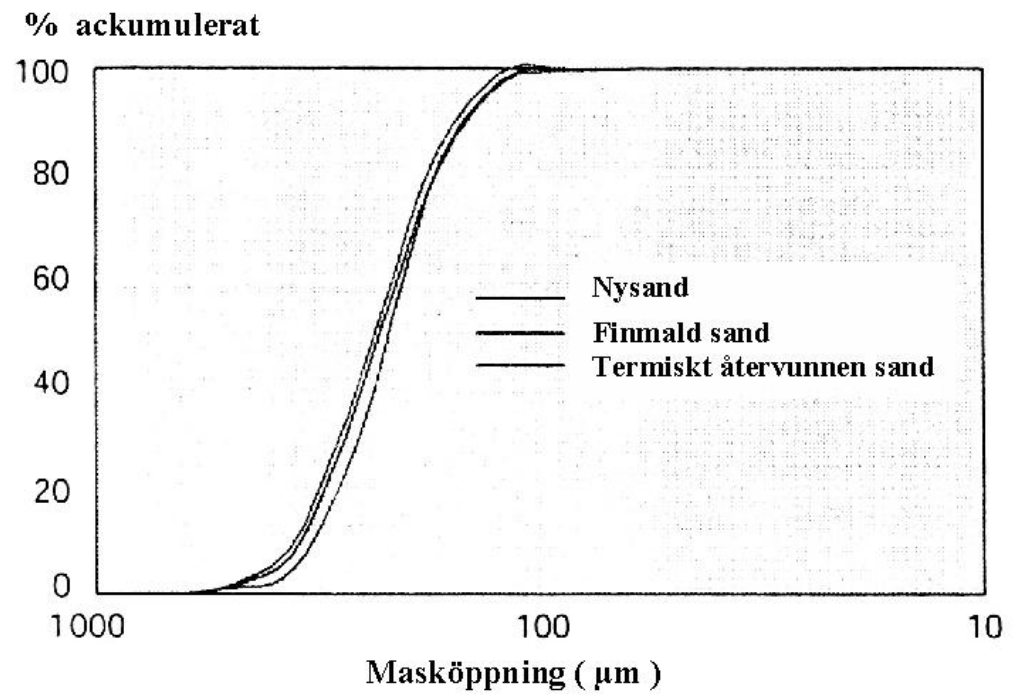


Bild 13. Kornfördelning för nysand, finfördelad pågjuten sand och termiskt återvunnen sand.



**Nysand**



**Finkrossad sand**



**Termiskt regenererad sand**

Bild 14. Foton med mikroskop som visar nysand, pågjuten finkrossad formsand och termiskt regenererad sand.

**Kalkylunderlag för lönsamhetsbedömning:**

- A. Typ av sand: (Kvarts-fältspat/annan):.....
- B. Kostnad för användning av nysand per ton:
- Ny sand .....mk\_\_\_\_\_ mm SEK \_\_\_\_\_
  - Frakt (Bulkbil, storsäck, säckat)..... SEK  
\_\_\_\_\_
  - Arbetskostnad för internt dumpningsarbete..... SEK  
\_\_\_\_\_
  - Kostnad för transport till godkänd deponi..... SEK  
\_\_\_\_\_
  - Deponeringskostnad..... SEK  
\_\_\_\_\_
- Total kostnad för nysand klar att använda ..... SEK \_\_\_\_\_**

**II Beräknad bränslekostnad:**

- A. Naturgas (energiinnehåll: \_\_\_\_\_).....SEK/KWh \_\_\_\_\_
- B. Gasol (energiinnehåll: \_\_\_\_\_)..... SEK/KWh \_\_\_\_\_

**III Beräknad energikostnad:**

Elektrisk energi inkluderat fast del för trefas:

Högförbrukningstid från \_\_\_\_\_ till \_\_\_\_\_ SEK \_\_\_\_\_

Lågförbrukningstid från \_\_\_\_\_ till \_\_\_\_\_ SEK \_\_\_\_\_

**IV. Beräknad personalkostnad i mantimmar (Mh): SEK/Mh**

Kostnad för mantimmar i medeltal inkluderat lön, övertid, sociala och försäkringar med mera.

V. **Andel av sand som används till följande bindemedelssystem: ( \_\_\_\_\_ )**

(”Erfarenheter från anläggningar i drift anger att åtgången bindemedel minskar med återvunnen sand”).

- A. Furanbindemedel \_\_\_\_\_(%)
- B. Alfaset \_\_\_\_\_(%)
- C. ColdBox \_\_\_\_\_(%)
- D. HotBox \_\_\_\_\_(%)
- E. Skalsand \_\_\_\_\_(%)

VI. **Kalkylering av den dagliga medelförbrukningen av nysand (ton):**

- A. Det normala antalet skift per dag..... \_\_\_\_\_
- B. Normalt antal skift per vecka..... \_\_\_\_\_
- C. Normala antalet timmar som upparbetas per skift \_\_\_\_\_
- D. Maximal åtgång av sand per skift..... \_\_\_\_\_
- E. Maximalt antal veckor i verksamhet per år..... \_\_\_\_\_

VII. **Kalkylering av den genomsnittliga åtgången av kemiska bindemedel:**  
(

Baseras på en tillsatsstorlekar i viktsprocent.

		<u>Medelför-</u>	<u>Pris per kilo</u>
		<u>brukning/skift</u>	<u>levererat</u>
A.	Furan/fenolharts tillsats (%) .....	_____Kg *	Kr_____
B.	Alkalisk resolharts tillsats (%) .....	_____Kg *	Kr_____
C.	Cold Box tillsats (%) .....	_____Kg *	Kr_____
D.	HotBox tillsats (%) .....	_____Kg *	Kr_____
E.	Skalsand tillsats (%) .....	_____Kg *	Kr_____



**SE-205 09 MALMÖ • TEL 040-24 43 10 • FAX 040-24 43 14**  
**Hemsida [www.sgc.se](http://www.sgc.se) • epost [info@sgc.se](mailto:info@sgc.se)**

---

---