Rapportnr: 2016-007

Minskat metallspill

Effektivare resursutnyttjande hos gjuterier och plåtindustri

2016

Martin Wänerholm och Ida Heintz.

swerea
swedish research

Om Swerea

Swerea är en svensk forskningskoncern för industriell förnyelse och hållbar tillväxt. Vårt uppdrag är att skapa, förädla och förmedla forskningsresultat inom områdena:

•Materialutveckling

•Produktionsutveckling

•Produktutveckling

Swerea-koncernen består av fem forskningsbolag inom material- och verkstadsteknik: Swerea IVF, Swerea KIMAB, Swerea MEFOS, Swerea SICOMP och Swerea SWECAST. Swerea-koncernen ägs gemensamt av industrin och statliga RISE Holding AB.

© Swerea AB

Innehåll

Inledning **4**
Aktiviteter i projektet 4

Bakgrund **5**

Lagstiftning **5**
Avfall 5
Avfall till anläggningsändamål 7
End of Waste-kriterier 8
Klassa en produkt enligt REACH 9
Andra regler att tänka på 10

Litteraturstudie hantering av restmaterialströmmar **10**
1. Omsmältning av stoft utan bearbetning eller paketering 11
2. Hantering med säckar 11
3. Brikettering 12
Brikettering av stål- och gjutjärnsspån samt slipmull 12
BRICETS 12
Övrigt 13

Internationell litteraturstudie för restmaterialhantering **13**
Gjuterier 13
Stålverk 14

Intern återanvändning av restprodukter från gjuterier **15**
Stoft 16

Återvinning i annan bransch av restprodukter från gjuterier **19**
Stålindustrin 19
Stoft från gjuterierna 19
Slagg från gjuterierna (ej magnesium) 21
Befesa ScanDust AB 22
Slagg till värmeverkens fluidiserande bäddar 23
Magnesiumhållande slagg 23
Svavelrening 23
Desoxidationsmedel 24
Slaggbildare 24
Magnesium till vattenrening 24

Minskad mängd plåtspill **24**
Fallstudie hos Fläkt Woods 24
Fallstudie - Plåtnesting 25
Teknikspaning på EuroBLECH 2014 26
Bystronic och Tomologic 27

Teknikspaning på EuroBLECH 2016 27

Referenser **29**

Sammanfattning

Tanken med projektet Spill till guld har varit att utveckla en internettjänst där det finns möjlighet att försöka sälja sitt material till intresserade användare alternativt knyta kontakter som kan användas för att hitta nya idéer hur man tar hand om sina restprodukter och kanske förädlar dessa.

I arbetspaket metall har olika metoder för att få avsättning för slagg och metallinnehållande stoft från gjuterier studerats. Dessutom har möjligheten att minska mängden plåtspill vid tillskärning utretts.

Först studerades möjligheter att återta metallstoftet till den egna processen och vad det skulle innebära ekonomiskt och hur hanteringen skulle ske. De stoft som analyserades innehöll dock en del annat än bara metall, till exempel sandrester och det visade sig därför vara svårt att få ekonomi i att föra tillbaka till den egna smältugnen. Andra projekt som genomförts visar att stoft med högre metallhalt eller som innehåller lite mer värdefulla metaller kan vara mer lönsamt. Det är alltså viktigt att skaffa kunskap om de stoft man har. Om stoftet ska återföras måste man hantera stoftet på ett bra sätt så att det inte flyger i väg när det läggs i smältan. Ett bra sätt att få god hantering är genom brikettering.

Nästa steg var att undersöka om gjuteriernas restprodukter kunde användas i en annan bransch. Det mest naturliga var då att titta på om järn- och stålindustrin kunde ha ett intresse. Även här kan konstateras att stoft innehållande sandrester inte är helt optimalt och att det är svårt att få ekonomi i detta. Att separera olika material ur ett stoft kan vara ett viktigt steg för att få bättre ekonomi i återvinningen.

När det gäller slagg från gjuterier i allmänhet kan dessa ibland innehålla relativt höga halter av rent järn och kan då säljas som skrot direkt. Ett antal olika användningsområden för olika typer av slagg har studerats både inom järn- och stålindustrin men även på annat håll. Även här har det varit svårt att få ekonomi i återvinningen av slagg. Inom projektet har kontakt även tagits med värmeverk för att se om slagg från gjuterier skulle kunna förbättra förbränningen i deras sandbäddar. Detta ser lovande ut och vidare diskussioner förs.

Gällande minskat spill i plåtbranschen har en fallstudie genomförts samt omvärldsbevakning vid två mässor. Fallstudien visade på potential att minska plåtspill vid tillskärning av plåtkomponenter med laserskärmaskin från formatplåt genom användning av nya smartare nestingprogram. Hur stora vinster som kan göras beror på flera faktorer som med vilken tidhorisont som produktionen planeras, geometrin på komponenterna samt hur modern utrustning som används.

Inledning

Metallbranschen med bland annat gjuterier och plåtindustri är en bransch där en stor del av framställda produkter kan återsmältas till nya produkter. Det uppkommer dock en del restmaterial som idag inte används i någon större utsträckning till exempel slagg från smältning eller metallinnehållande stoft.-Det uppstår också mycket plåtklipp vid plåtstansning. Dessa restprodukter innebär ett slöseri med viktiga råvaror och därmed även en påverkan på den yttre miljön. Dessa material skulle kunna fungera som resurser antingen i den egna verksamheten eller hos andra aktörer. I detta projekt har möjliga alternativa användningsområden för olika restprodukter från metallbranschen studerats. Dessutom har undersökningar kring hur mängden restprodukter som uppkommer kan minska i framtiden genomförts.

Följande utmaningar har identifierats för metall inom projektet:

Utmaning 1: Utnyttjande av restprodukter

Innovation 1) Nya metoder för att utnyttja restprodukter från gjuterier internt eller externt.

Potential: Mängden material som idag deponeras minskar

Utmaning 2: Minskad uppkomst av restprodukter

Innovation: Effektivare sätt att skära ut plåt för att minska spill från plåtindustrin.

Potential: Minskad plåtåtgång vid tillverkning

Arbetet har utförts i dialog med parter såsom Chalmers, Global Casting Guldsmedshyttan AB, Holsbyverken i Vetlanda AB, Husqvarna AB, IVF Plåtforum, Ingenjörsfirman R. Sjöstrand AB, Kohlswa Gjuteri AB, Scandust AB, samt Älmhults Gjuteri AB.

Delområdena för denna studie:

1. Lagstiftning
2. Nationell litteraturstudie för restmaterialhantering
3. Internationell litteraturstudie för restmaterialhantering
4. Intern återanvändning av restprodukter från gjuterier
5. Återvinning i annan bransch av restprodukter från gjuterier
6. Minskad mängd plåtspill

Aktiviteter i projektet

Under projektets gång har en kartläggning av deltagande företags restprodukter genomförts. Ett antal möjliga sätt att återta materialet internt samt sätt för extern användning har identifierats och kartlagts. Ekonomiska kostnadsanalyser har genomförts för flera av de identifierade tillvägagångssätten.

Kontinuerligt under projektets gång har även dialog och samarbete pågått med arbetspaketet om mäklartjänst och dess industripartners. Det har även skett utbyte inom projektet i huvudsak med arbetsgruppen för pulverlacksspill.

Slutligen har ett arbete kring juridiska krav för restmaterial förts i samverkan med alla projektpartner, inom alla tre materialområden. Detta tvärvetenskapliga och branschöverskridande arbete har identifierat likheter och olikheter samt lösningar

Bakgrund

För många restprodukter från gjuteri och plåtindustri finns redan idag goda avsättningsmöjligheter. Därför fokuserades arbetet i detta projekt på restprodukter där det i dag är svårt att hitta avsättning. De avfallslag som studerats i projektet är följande:

- Magnesiumslagg
- Metall- och sandinnehållande stoft från till exempel rensning av gjutgods.
- Till viss del studerades även andra typer av slagger.

Dessutom har möjligheterna att minska mängden spill vid plåtskärning med optimerade tillskärningsmetoder studerats i projektet.

Lagstiftning

Detta kapitel innehåller en översiktlig genomgång av olika sätt att hantera avfall och vilka regler som styr dessa alternativ, samt definitionen av vad avfall är och vad det innebär.

Avfall

Avfallsbegreppet har en vid tillämpning. Med avfall menas alla föremål eller ämnen som innehavaren vill göra sig av med eller är skyldig att göra sig av med. Avfallsdefinitionen är gemensam för EU. Ekonomiskt värde, användning eller återanvändning spelar inte någon självständig roll för om något definieras som avfall eller inte.

Grundläggande bestämmelser om avfall finns i:

- Miljöbalken (1998:808) 15 kap
- Avfallsförordningen (2011:927)

För avfall finns en rad regler som ska uppfyllas för både den som skickar iväg avfallet, transporterar och för den som tar emot det. Mottagaren måste ha t.ex. tillstånd att ta emot avfall från andra aktörer.

Avfallsslag

För att kunna skilja på olika typer av avfall finns det i bilaga 4 till Avfallsförordningen en förteckning av avfallstyper med sexsiffriga koder. Den detaljerade avfallskatalogen används för statistik och för att skilja ut vad som är farligt avfall. För att avgöra om något är farligt avfall så tittar man i förteckningen. Vissa material är alltid farligt avfall och vissa material är aldrig farligt avfall. En

del kan vara både och beroende på vad de innehåller och då genomför man analyser som visar på totalhalter av farliga ämnen. Farligt avfall är förenat med många olika regler och är därför svårt att hantera inom ramen för Spill till guld

Avfall eller biprodukt?

En särskild fråga är huruvida en restprodukt ska anses vara avfall eller biprodukt.

När en vara eller en produkt tillverkas bildas ofta restprodukter. Bedömningen av om restprodukterna ska anses vara avfall eller biprodukt har alltid haft stor betydelse.

För att få veta om ett ämne eller föremål ska anses vara en biprodukt i stället för avfall så finns fem frågor att besvara.

1. Är den planerade användningen av materialet laglig?
2. Producerades materialet oavsiktligt? Dvs man ändrade inte produktionsprocess för att få fram materialet.
3. Kommer materialet med säkerhet att användas, dvs. finns det en avsättning?
4. Är materialet färdigt att användas utan ytterligare bearbetning (förutom den normala bearbetning som ingår i produktionsprocessen)?
5. Är produktionen av materialet en integrerad del av produktionsprocessen?

Svarar man ja på alla frågor är det en biprodukt och avfallsreglerna gäller inte. Om man svarar nej på fråga två dvs. man ändrade faktiskt produktionsprocessen just för att få fram det material som är aktuellt då är det en produkt istället och inte något avfall. Svarar man nej på övriga frågor så är det ett avfall.

För att förtydliga gränsdragningen har EU-kommissionen tagit fram en vägledning som bygger på domar från EU-domstolen.[1]

I slutet av vägledningen finns ett beslutsträd som stöd för bedömningen. När beslutsträdet används är det viktigt att tänka på att även om det visar att restprodukten är en biprodukt så är den ändå ett avfall om man i praktiken gör sig av med den dvs. det finns ingen avsättning för den.

Biprodukter ska registreras enligt REACH se nedan om det inte är så att någon annan redan har registrerat en sådan produkt.

Man kan alltid diskutera frågor kring avfall och biprodukter med företagets tillsynsmyndighet.

[1] Europeiska gemenskapernas kommission, ”Meddelande från Kommissionen till rådet och Europaparlamentet. Tolkningsmeddelande om avfall och biprodukter.” 20070221

Slutsats

Det finns många regler som rör hantering av avfall/restprodukter. Först bör man säkerställa om det är fråga om en produkt, en biprodukt eller ett avfall. Om det är ett avfall bör man med hjälp av avfallsförordningen och kemiska analyser säkerställa att det inte är farligt avfall.

Avfall till anläggningsändamål

Även om något enligt lagstiftningen klassas som avfall så kan man under vissa förutsättningar ändå använda det i olika sammanhang till exempel i anläggningsändamål dvs. för att t.ex. bygga en väg eller en industritomt. Slagg från järn- och stålgjuterier används generellt inte idag utom för slagg från kupolugnar vilket används i olika sammanhang. Men det är inte otänkbart att man skulle vilja krossa upp slaggen från övriga järn- och stålgjuterierna och använda den just i anläggningsändamål.

Naturvårdsverket har gett ut en handbok hur man då ska gå tillväga. [2]

Om man vill kunna använda restprodukter utan att behöva anmäla den varje gång måste man göra några analyser som dels visar totalhalter i materialet, dels hur olika ämnen lakar ut till omgivningen. Detta redovisas i Tabell 1.

Om man vet att restprodukten innehåller något farligt ämne som inte finns med i tabellen bör man analysera detta också.

Kolumnen ”Halter” syftar på totalhalter analyserat med kungsvatten. Övriga två kolumner syftar till laktester som beställs hos analyslabbet.

Tabell 1 Maximala och utlakning för att uppfylla kraven för ringa risk.

Ämne	Halter i mg/kg TS	Utlakning C_0 LS 0,1 l/kg (mg/l)	Utlakning l/s = 10 l/kg (mg/ kg)
Arsenik	10	0,01	0,09
Bly	20	0,05	0,2
Kadmium	0,2	0,01	0,02
Koppar	40	0,2	0,8
Krom tot	40	0,2	1
Kvicksilver	0,1	0,001	0,01
Nickel	35	0,1	0,4
Zink	120	1	4
Klorid	-	80	130
Sulfat	-	70	200
PAH-L	0,6	-	-
PAH-M	2	-	-
PAH-H	0,5	-	-

Innehåller materialet sulfider tillkommer ytterligare några regler.

[2] Naturvårdsverket, ”Återvinning av avfall i anläggningsarbeten”. Handbok 2010:1

Är halterna lägre än i ovanstående tabell får restprodukten användas för anläggningsändamål var som helst. Är halterna högre kan materialet ändå få användas för anläggningsändamål men då krävs en kontakt med det kommunala miljökontoret inför varje utläggning.

Slutsats

Att använda restprodukten för anläggningsändamål kan vara ett bra alternativ. Det kräver då en del kemiska analyser av materialet.

End of Waste-kriterier

Inom EU har man insett vikten av att kunna återanvända material på ett bra sätt. Därför har det tagits fram något som kallas kriterier för End of Waste. Det vill säga villkor för när ett avfall slutar vara ett avfall.

End of Waste-kriterier har tagits fram för olika sorters metallskrot, returpapper, glas, plast och kompost/biogödsel.

Bland annat finns färdiga kriterier för järn-, stål- och aluminiumskrot[3]. Det finns även kopparskrot[4]. Kriterierna gäller metallskrot, det betyder att de inte går att använda för t.ex. slagg**.**

För järn- och stålskrot finns bland annat följande krav:

- Att farligt avfall, med vissa undantag, inte ska användas som råmaterial.
- Att all mekanisk behandling som krävs för att skrotet ska kunna användas direkt i stålverk och gjuterier ska ha slutförts.
- Att halten främmande material i det återvunna skrotet inte ska överstiga 2 procent.

Metallskrotet upphör att vara avfall när det överförs från innehavaren till mottagaren under förutsättningen att:

- kriterierna är uppfyllda
- innehavaren har utfärdat en skriftlig försäkran om att kriterierna är uppfyllda
- innehavaren har ett certifierat kvalitetsledningssystem för kontroll och övervakning av de förfaranden som kriterierna tar sikte på

Motsvarande kriterier finns för aluminium- och kopparskrot.

Det är alltså avfallsinnehavaren som avgör om avfallet har upphört att vara avfall. Denne kan dock låta bli att utfärda någon försäkran och istället låta metallskrotet, precis som tidigare, omfattas av avfallslagstiftningen.

När det gäller den svenska gjuteribranschen har dessa kriterier inte haft någon praktisk betydelse. I Sverige finns sedan länge en vana och acceptans i regelverk

[3] Ministerrådet, ”Rådets förordning (EU) nr 333/2011”. 20110331

[4] EU-kommissionen, ”Kommissionens förordning (EU) nr 715/2013. 20130725

att t.ex. en stålindustri eller ett gjuteri får ta emot skrot som råvara utan att det innebär några särskilda krav. Marknaden fungerar alltså alldeles utmärkt och det har inte funnits någon anledning till att överföra metallskroten från avfall till produkt. Man skulle kunna tänka sig ett par fall när det vore intressant att göra detta och det gäller om man vill exportera sitt skrot. Om skrotet inte längre är avfall så slipper man de omfattande regler som finns just kring export av avfall. Dessutom om mottagaren är till exempel ett land utanför Sverige så är det inte säkert att de får ta emot material som klassas som avfall hur som helst.

Något som inte längre är ett avfall måste registreras enligt REACH.

Slutsats
End of Waste-kriterierna är ett bra verktyg men fungerar i huvudsak för metallskrot.

Klassa en produkt enligt REACH

Det finns en annan möjlighet att få ett avfall att inte längre vara ett avfall, genom att klassa och registrera det enligt REACH som är EU:s kemikalielagstiftning. När klassningen är klar räknas materialet som vilken kemisk produkt som helst och kan säljas utan hänsyn till några avfallsregler. För klassningen krävs en rad olika tester av materialet för att se om det har några farliga egenskaper. Generellt kan sägas att detta är ett stort jobb förenat med höga kostnader.

Exempel kan nämnas från stålindustrin. Stålindustrins slagger är lite speciellt. Det är inte något som uppstår utan man styr processen för att få fram en bra slagg med rätt sammansättning vilket är viktigt för att kunna få rätt kvalitet på stålet. Slaggens egenskaper och sammansättning kan modifieras genom att både styra kemin på slaggen och hur den processas. Stålindustrins slagg är alltså mycket väldefinierad.

Stålindustrin har låtit registrera ett antal slagger som kemiska produkter inom REACH. Då enskilda stålverk generellt sett inte har resurser att göra detta har det bildats ett europeiskt slaggkonsortium t.ex. för stålslagger. Detta görs i stor utsträckning genom FEhS/Euroslag (i Duisburg) som också håller i slaggkonsortiet. Om ett material, exempelvis en slagg, stämmer överens med en slagg som redan är registrerade inom REACH så behöver inte en specifik egen registrering göras.

Björn Haase som arbetar med dessa frågor för stålindustrin säger att en viktig sak är att hantera det som en produkt hela vägen i företaget och inte minst att de satt namn på produkten, ett namn som inte innehåller ordet slagg.

Slutsats
Att klassa en produkt enligt REACH är en ganska omständlig och kostsam process, men om en annan likadan produkt har registrerats så behöver det inte vara lika komplicerat.

Andra regler att tänka på

Alla så kallade miljöfarliga verksamheter t.ex. gjuterier måste ha tillstånd för att bedriva sin gjuteriverksamhet. I detta tillstånd står angivet att man ska bedriva verksamheten i stort som man angett i den ansökan man lämnat in. I tillståndet föreskrivs också ett antal villkor som verksamheten måste uppfylla, det kan till exempel gälla hur höga stofthalter som får släppas ut till luft.

Om man gör förändringar som påverkar detta kan man behöva göra en anmälan om detta till tillsynsmyndigheten. Vid stora förändringar som påverkar tillståndet kan ett nytt tillstånd krävas.

Om en restprodukt ska användas antingen internt eller av någon annan så kanske det krävs att den först har behandlats på ett speciellt sätt. Till exempel skulle det kunna bli aktuellt att brikettera ett fint metallhaltigt stoft för att underlätta den fortsatta hanteringen. Kanske briketterna då kan återtas och smältas om direkt i gjuteriets ugnar. För att forma briketterna måste ett bindemedel tillsättas och en brikettmaskin köpas in. Om denna hantering innebär att miljöpåverkan utanför lokalerna ändras t.ex. genom nytt utsläpp av bindemedel osv. så är detta en sådan förändring som bör diskuteras med tillsynsmyndigheten och där en anmälan kan bli aktuell.

Läs mer om miljöfarlig verksamhet hos Naturvårdsverket.

Förändringar inne i verksamheten kan också ha betydelse för arbetsmiljön. Arbetsmiljön styrs av en rad föreskrifter från Arbetsmiljöverket. Bland annat ska nya typer av verksamheter riskbedömas. Kanske ovan nämnt bindemedel har egenskaper som gör det farligt att inandas och då kanske mätningar måste göras i arbetsmiljön. Arbetsmiljöverkets föreskrift AFS 2011:18 om Hygieniska gränsvärden styr vilka halter av olika ämnen som en arbetstagare får utsättas för under en arbetsdag.

Läs mer hos Arbetsmiljöverket.

Slutsats
Om restprodukten behöver bearbetas för att kunna användas i annat sammanhang är det viktigt att fundera kring om det krävs tillstånd eller anmälan för denna del.

Litteraturstudie hantering av restmaterialströmmar

Då projektet i först hand syftar till att öka den interna återanvändningen av material, och i andra hand hitta avsättning hos andra industrier, är det av intresse att undersöka vilka tidigare försök som har genomförts, samt identifiera de metoder som används inom industrin. Den här delen av projektet undersöker tidigare projekt och undersökningar som kan vara av intresse för projektet.

I tillverkningsindustrin uppstår i många fall ett visst spill av råvaror, restströmmar som inte kommer till användning i de interna processerna. För att minimera spillet och öka utnyttjandegraden av insatt material är det därför ständigt aktuellt att utveckla nya metoder och hanteringsalternativ av de restflöden som uppstår.

De gjuterier som ingår i projektet har låtit inventera materialströmmarna för att identifiera möjligheter till återvinning. I samtliga fall återanvänds ingående material i stor utsträckning i form av omsmältning. Dock finns det fortfarande möjlighet till en större återanvändning av slipstoft. Vid ett telefonmöte den 5 nov. 2014 med projektgruppen beslutades därför att gå vidare och undersöka hanteringsalternativ och möjligheten till omsmältning av slipstoft.

I genomgången har följande alternativ undersökts:

1. Omsmältning utan bearbetning eller paketering
2. Omsmältning där materialet hanteras i säckar
3. Omsmältning av briketter

1. Omsmältning av stoft utan bearbetning eller paketering

Hantering av finkornigt stoft är problematiskt ur flera aspekter. Bland annat är det svårt ur ett arbetsmiljömässigt perspektiv att hantera stoftet vid förflyttning och chargering i ugnen.

Vid samtal med L. Nilsson, Åkers Sweden AB den 13 maj. 2014, framkom det att de har testat att omsmälta slipstoft utan brikettering eller paketering. Utöver problematiken med arbetsmiljön är det tekniskt svårt att smälta stoftet då de elektriska magnetfälten ger upphov till att stoftet får en kraftig omröring, dammar och följer till större delen med frånluftsflödet och hamnar i reningsutrustningen.

Oklart hur olika ugnsfrekvenser påverkar resultatet.

2. Hantering med säckar

I ett samarbetsprojekt mellan MEFOS och SWECAST som slutfördes 2006 studerades möjligheten till intern omsmältning av smältverksstoft i ljusbågsugn. Stoftet paketerades i säckar (15-20 kg stoft per säck) och utgjorde < 1 % av chargeringsvikten.[5]

Slutsatser

- Hanteringen medförde acceptabla arbetsmiljöförhållanden
- Smältans kvalitet påverkades inte
- Slaggens sammansättning varierar mycket över tid
- Brytpunkten då det är ekonomiskt fördelaktigt att omsmälta stoftet är vid ett tiotal ton per år (2006 års förutsättningar).

Kommentarer

- Enkel lösning med endast ett fåtal mekaniska komponenter
- Osäkert hur väl metoden fungerar vid omsmältning i en induktionsugn
- Osäkert hur metoden fungerar vid riktigt finkornigt stoft
- Osäkert hur metoden fungerar vid högre procentuell inblandning i en smälta

[5] P. Johansson, ”Omsmältning av stoft från smältverk”, SWEREA SWECAST AB, Jönköping, rapport nr 061109, (2006)

3. Brikettering

Ett flertal projekt har genomförts genom åren för brikettering av restprodukter. Nedan ges en kortare summering av de resultat och slutsatser som är av intresse för projektet.

Brikettering av stål- och gjutjärnsspån samt slipmull

I ett projekt finansierat av Gjuteriföreningen samt ett flertal deltagande företag, utvärderades möjligheten för brikettering av i första hand gjutjärns- och stålspån samt slipmull.[6]

Slutsatser

- Utvärderingen påvisar att briketteringsmaskinerna har möjlighet att tillverka briketter med tillräckligt bra hållfasthet för chargering i en smältugn
- Stålspån går alldeles utmärkt att brikettera. Eventuellt behöver spånen klippas/krossas för erhålla en lagom längd
- Oljehaltig spån medför viss problematik vid brikettering och omsmältning. Vid sammanpressning av briketten bildas ett inre övertryck som medför att briketten brister då trycket släpps. Oljan kan eventuellt ge problem med ugnens reningsutrustning vid smältning, oavsett våt eller torr rening
- Spån med skäremulsion där fukthalten inte överstiger 2 % medför inga briketteringsproblem
- Inga problem med att brikettera segjärnsspån
- Vid brikettering av stoft kan det i vissa fall krävas bindemedel för att få tillräckligt stabila briketter. De bindemedel som har använts är cement och melass
- För att nå tillräckligt hög hållfasthet för slipmull bör det finnas en viss inblandning av järn- eller stålspån
- Vid smältning i elugn orsakar torra spånbriketter inga problem

BRICETS

Mellan 2001 och 2004 genomfördes ett större projekt – BRICETS – Metal by-Product Recovery in Induction furnaces, finansierat till 50 % av EU. Projektet innehöll ett stort antal delar. Nedan sammanställs det som är av intresse för aktuellt projekt. För detaljer hänvisas till projektrapporten.[7]

Projektmål

- Utveckla och utvärdera en briketteringsmetod anpassad för järn- och stålgjuterier där det briketterade materialet utgörs av slagg, slipstoft och slipmull
- Utveckla metoder för chargering och omsmältning av briketterna utan att smältans kvalitet påverkas negativt

[6] P. Nayström, ”Brikettering av stål- och gjutjärnsspån samt slipmull”, Gjuteriföreningen, Jönköping, rapport nr 980629, (1998)

[7] ”BRICETS”, Technical Research Centre of Finland, Finland, GRD1-2000-25578, (2004)

- Utveckla en tillsatts/och eller en ny typ av eldfast material för att minimera slitaget av ugnens infodring
- Emissionerna vid omsmältningen får ej överskrida gällande gränsvärden
- Kostnaden för hantering och omsmältning får inte överskrida kostnaden för extern hantering

Slutsatser

- Inga problem med att brikettera materialet och få briketterna tillräckligt starka för att klara av hanteringen vid chargering
- Slaggmängden ökade inte mer än den del som fanns bunden i briketterna
- Briketterna smälte inom normal tid
- Smältans kvalitet påverkades inte negativt
- Infodringsmassan påverkades inte negativt vid omsmältningen, därav behövdes inte en ny typ av infodringsmassa utvecklas
- Gränsvärden för miljö- och hälsofarliga emissioner överskreds aldrig
- Det gick inte att dra några generella slutsaser angående lönsamheten för brikettering och omsmältning utan varje fall måste utvärderas

Övrigt

Vid samtal med Kent Sjöstrand, 28 jan. 2015, Ingenjörsfirma R. Sjöstrand AB, vilka har lång erfarenhet av brikettering av olika material, framkom det att de flesta material går att brikettera utan större problem. Det som påverkar resultatet, och om det eventuellt behövs någon form av bindemedel, beror i första hand på halten kiseldioxid, kol och metalloxider i det briketterade materialet.

Internationell litteraturstudie för restmaterialhantering

Det finns begränsad information och få källor kring stofthantering och återvinning av metalliska stoft nationellt. Generellt deponeras stoftet.[8 910]

Gjuterier

Metalliska stoft uppkommer från flera olika källor i ett gjuteri, främst vid själva gjutprocessen, vid bearbetning av gjutgods (tex blästring) och från slipning av gjutgods. Metallhalten i stoften varierar beroende på källa. Gjutprocesstoften består till största delen av järnoxider där metallhalten i regel ligger kring 20 %. Stoften från bearbetning och slipning består i regel av järn i metallisk form, där bearbetningen har en metallhalt på ca 40 % och stoftet från slipningen har en metallhalt på ca 80 %.[9]

[8] Nayström, P. (2016) [E-postkommunikation], Januari 2016

[9] Pribulova et al, 2011, Utilization of metal substance from foundry dusts, Slovakien, 11th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM2011,www.sgem.org, SGEM2011 Conference Proceedings/ ISSN 1314-2704, June 20-25, 2011, Vol. 3, 925-935 pp

[10] Futas et al, 2011, The treatment of cupola furnace fly dust, Slovakien 11th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM2011,www.sgem.org, SGEM2011 Conference Proceedings/ ISSN 1314-2704, June 20-25, 2011, Vol. 3, 903-908 pp

I en studie från Slovakien har gjutprocessens stoft från ljusbågsugn, varmblästerkupolugn och kallblästerkupolugn testats. I studien kompakterades de olika stoften med hjälp av brikettering. Stoften blandandes med olika mängder av antingen bentonit, vattenglas eller cement. Bäst resultat, främst med analys av hållfasthet, för stoft från en värmblästerkupolugn erhölls vid blandning med bentonit. Stoft från kallblästerkupolugn och ljusbågsugn fick bäst resultat vid blandning av vattenglas.[9] I en liknande studie av Futas et al (2011) fick kupolugnsstoft blandat med cement bäst resultat.

I studien av Pribulova et al (2011) analyserades också stoft från bearbetning. Detta stoft magnetseparerades och den magnetiska andelen pelleterades med hjälp av inblandning av bentonit. I försöken utfördes smältor med olika mängd tillförd pellets. Smältan/materialet påverkades inte negativt av tillsatsen av pellets upp till 5 %, men vid 6 % ökade mängden slagg och metallutbytet försämrades.

Pribulova et al (2011) utvärderade även stoft från slipning. Detta stoft briketterades med hjälp av bentonit, vattenglas och cement och smältförsök med briketter som formats med hjälp av vattenglas gjordes. En större andel briketter ökade mängden slagg i smältan. De kemiska analyserna visade att kolhalten minskade medan kiselhalten ökade vid tillsats av vattenglasbriketter. Slutsatsen från Pribulova et al (2011) och Futas et al (2011) är att brikettering av stoft är en bättre kompakteringsmetod än att stoft formas till pellets.

Stålverk

Stoft som bildas i stålverk samlas upp via olika insamlings- och reningstekniker och metallinnehållet i vissa stoft kan återanvändas i processen via olika tekniker. Brikettering, där stoftet blandas med andra restmaterial och sedan tillsätts i smältan, är en lösning som används. Även lösningar där stoftet tillsätts precis som det är, utan bearbetning sker idag. Säckarna som stoftet samlas i blandas då in i smältan.[11] I Polen har försök gjorts med att tryckluftsinjektion av stoftet från ljusbågsugnar. Resultaten visar på en god användning av stoftet samtidigt som behovet av tillsatsämnena kol och syre för processen minskade.[12] Liknande arbete utförs även i andra delar av världen.

Genom att tillsätta stoftet till smältan ersätts en viss del av råvarorna som krävs i produktionen, samtidigt som avfallmängden minskar. Stoft med högt metallinnehåll innehåller i regel mycket järnoxid, liksom en del zink. Järnoxiden reduceras till smältan och zinken förångas. Zinkhalten ökar i det kvarvarande stoftet, och kan då nå en nivå som gör det intressant för tillverkning av zink. [11] [12]

Det finns också lösningar där stoftet används som filler, vilket är den finkornigaste fraktionen, i betong. [9]

[11] Björkman & Samuelsson, 2006, Resten - en tillgång MiMeR slu trapport 1995 – 2006, http://www.vinnova.se/upload/dokument/Verksamhet/Starka_FoI-miljoer/Kompetenscentrum/Rapporter/MiMeR%20Summary%201995-2006_1.pdf

[12] Jezierski & Janerka, 2011, Waste utilization in foundries and metallurgical plants - selected aspects, Department Of Foundry, Silesian University Of Technology, 7 Towarowa, 44-100 Gliwice, Poland
18. - 20. 5. 2011, Brno, Czech Republic, EU

Intern återanvändning av restprodukter från gjuterier

Som ett första steg gjordes en inventering och en karakterisering av restmaterialen från de olika gjuterierna. (se Tabell 2)

Tabell 2 Deltagande företag

Företag	Material	Mängd	Beskrivning
Husqvarna AB	Magesiumhållande slagg	130 ton/år	Reaktiv slagg från smältning av magnesium vid magnesiumgjuteriet i Husqvarna AB. Skickas idag på deponi trots att magnesium är en värdefull metall.
Holsbyverken	Bläster F3	Bläster+Renseri ca 290 ton/år	Blästerstoft bestående av sandrester, rester från blästerkulor samt järn från gjutgodset.
	Slagg		Bildas av oxiderat material och samlas ihop med Aluminiumsilikat, s.k. slaggbindemedel.
	Renseri F5	Bläster + Renseri ca 290 ton/år	
Älmhults gjuteri	Storgodsbläster	Storgods+smågodsbläster 134 ton/år för Älmhults gjuteri	
	Smågodsbläster		
	Slagg		Bildas av oxiderat material och samlas ihop med Aluminiumsilikat, s.k. slaggbindemedel.
Global Casting	Bläster	Bläster + rensning/ sandsystem 900 ton/år	Produkten blästras med stålkulor.
	Rensning/sandsystem	Bläster + rensning sandsystem 900 ton/år	Bildas vid kapning och finputsning av produkten.
	ugnar	12 ton/år	Farligt avfall
Kohlswa	Sandåtervinning	Stoft + sand ca 700 ton/år	
	Renseri		

Stoft

Analyser av stoft som uppkommer vid de olika gjuterierna har genomförts. Utifrån dessa har en bedömning av metallinnehållets värde gjorts. De metallinnehållande stoft som har studerats inom projektet är blästerstoft, renseristoft och ugnsstoft. Bläster och renseristoft består framförallt av rester från sandformar och bortblästrat järn från gjutgodset. Ugnsstoftet är ett metallurgiskt stoft som bildas i induktionsugnarna.

Ett förslag har varit att stoften skulle användas som ingående råmaterial vid smältprocessen i induktionsugn. Tanken har varit att råmaterialets järninnehåll då kan återvinnas och på så sätt skiljas från övriga ämnen.

De analyser som gjorts på stoft inom projektet visar att bläster och renseristoften skiljer sig från ugnsstoften. Blästerstoften som till största del består av sandrester och järnrester från blästringen verkar bestå av en stor del metalliskt järn eftersom syremängden var låg i proverna men viss del kan vara oxiderat. Ungefär hälften är sandrester, d.v.s. SiO_2. Inga stoft innehåller några höga halter av intressanta legeringsämnen.

Tabell 3 redovisar bläster och renseristoften. Alla metaller är beräknade som oxider, och järn är redovisat som Fe_2O_3. Det är ett stoft som särskiljer sig då järnhalten uppgår till 67,1 %, men de övriga varierar mellan ca 27-43 %.

Tabell 3 Sammanställning av de olika stoft som undersökts i projektet och deras procentuella sammansättning.

	Bläster 1	Renseri 1	Renseri 2	Bläster 3.1	Bläster 3.2	Bläster 4.1	Bläster 4.2
C	5,2	18,1	n/a	0,02	0	0	0
SiO_2	42,36	38,94	42,36	17,8	41,2	49,1	41,2
Al_2O_3	7,48	7,05	7,48	2,86	7,06	4,42	7,06
CaO	2,97	2,31	2,97	0,47	0,64	0,78	0,64
Fe_2O_3	26,8	33,4	26,8	67,1	43	34,2	43
K_2O	0,67	0,54	0,67	0,73	1,09	1,19	1,09
MgO	3,7	2,07	3,7	0,92	1,12	2,39	1,12
MnO	0,3	0,14	0,3	0,49	0,7	0,32	0,7
Na_2O	0,34	0,65	0,34	0,58	1,05	0,66	1,05
P_2O_5	0,69	2,45	0,69	0,05	0,04	0,06	0,04
TiO_2	0,43	0,22	0,43	0,1	0,24	0,2	0,24
ZrO_2	15,5	2,11	0,16	2,68	0,06	8,34	1,26

Ugnsstoften liknar mer ett metallurgiskt stoft och innehåller mer oxidiskt material och mindre sand än renseri och blästerstoften. Två ugnsstoft har analyserats inom projektet. Mängderna fallande stoft är dock betydligt mindre än blästerstoftet, men innehåller även mindre kisel, se Tabell 4. Analyserna skiljer sig dock åt med avseende på flertalet ämnen.

Tabell 4Analys av ugnsstoft som analyserats i projektet

	Ugnsstoft 1	Ugnsstoft 2
SiO2	16,9	9.70
Al2O3	2,82	0.78
CaO	1,46	4.50
Fe2O3	35,9	52.60
K2O	0,41	1.11
MgO	14,0	4.80
MnO	0,22	20.10
Na2O	0,43	1.81
P2O5	0,779	0.11
TiO2	0,4	0.06
V2O5		0.01
Cr2O3		1.32
NiO		0.33

I projektet genomfördes en kostnadskalkyl av hur mycket pengar som kan sparas om metall ur stoftet omsmälts internt samt vad det skulle innebära i ökad kostnad för tillkommande slagg som bildas samt kostnader för införskaffande av briketterings-utustning. Med nuvarande råvarupris, kostnad för kvittblivning av slagg samt investeringskostnad var slutsatsen att det inte var lönsamt att investera i egen briketteringsutrustning för att återföra de studerade stoften. Dessutom genomfördes en känslighetsanalys för att avgöra när det blir lönsamt. För vissa stoft var det i stort sett aldrig lönsamt men för vissa kunde det bli lönsamt om råvarupriset steg kraftigt. Beräkning redovisas i figur nedan.

	B	C	D
4	Approximativa kostnader där specielt investering kostnad kan behöva justeras +/- xx procent		
5	vid behov men ej mer än absolut max på cirka 20%		
6			
7	Årlig stoftmängd	(ton)	27,56
8	Årlig stoftmängd	(kg)	=D7*10^3
9	Antal arbetsdagar/år	(-)	280
10	Massmängd/arbetsdag	(kg/dag)	=D8/D9
11			
12			
13	NKR Kurs	(-)	1,08
14	Kostnad Lignobond DD	(kr/ton)	3500
15	SKR	(kr/kg)	=+D14*D13/(1000)
16	Inblandning	(-)	=6*10^-2
17	Mängd	(kg/år)	=D16*D8
18	**Kostnad**	**(kr/år)**	**=+D17*D15**
19			
20	Elpris	(kr/kWh)	0,6
21	Uppskattat energibehov	(kWh/ton)	70
22	Elkostnad	(kr/ton)	=+D20*D21
23	**Kostnad**	**(kr/år)**	**=+D22*D7**
24			
25			
26	Slitage underhåll ca.procent av inköpskostnad	(%)	0,7
27	**Kostnad**	**(kr/år)**	**=+D38*D26*10^-2**
28	Tidsåtgång underhåll per år timmar cirka	(h)	10
29	Timkostnad	(kr/h)	800
30	**Kostnad**	**(kr/år)**	**=D28*D29**
31			
32	**Summa: Drift+Slitage kost.**	**(kr)**	**=D18+D23+D27+D30**
33			
34	Brikett Maskin RUF 4/3700/60x40 cirka 100 kg/tim	(kr)	515634
35	Blandare - Dosering, Vägning och mixning 600 kg	(kr)	221000
36	Matarfickor 2 st. 1,5 kbm	(kr)	240000
37	Projekt kostnad -Ingeniör/Programering/Test/Förpackning	(kr)	120000
38	**Investering kostnad**	**(kr)**	**=SUMMA(D34:D37)**
39			
40	Säkerhetsmarginal investering + procent	(%)	20
41		(kr)	=+D38*D40*10^-2
42	**Total investering + säkerhetsmarginal ovan**	**(kr)**	**=+D38+D41**
43			
44			
45	Livslängd på utrustning troligen 30 - 40 år, sedan tillverkning startade 1990 så är det bara ett fåtal maskiner som skrotats.		
46	Tidsåtgång personal inskränker sig till matning av två buffert behållare och uppstart därefter går maskin på automatik		
47	fram tills nästa påfyllning behövs.		
48			
49	Personalkostnad	(kr/h)	600
50	Tidsåtgång/arbetsdag	(h)	0,5
51	Personalkostnad	(kr/år)	=D50*D49*D9
52			
53	Kalkylränta	(-)	0,05
54	Avskrivningstid	(år)	10
55	Annuitetsfaktor	(-)	=D53/((1-(1+D53)^-D54))
56			
57	Årlig kostnad		
58	Avskrivning	(kr/år)	=D55*D42
59	Drift + slitage	(kr/år)	=D32
60	Personalkostnad	(kr/år)	=D51
61	**Summa, årlig kostnad**	**(kr/år)**	**=SUMMA(D58:D60)**
62			
63	**Stoftets värde**		
64	Råvarukostnad	(kr/ton)	4690
65	Återföring	(%)	33,4
66	Återföring	(ton/år)	=D65*10^-2*D7
67	**Årlig besparing, återföring av stoft**	**(kr)**	**=D65*10^-2*D64*D7**
68			
69	Deponikostnad, stoft	(kr/ton)	510
70	**Årlig deponikostnad, stoft**	**(kr)**	**=D69*D7**
71			
72	Ökad slaggmängd	(ton/år)	=D7-D66
73	Deponikostnad, slagg	(kr/ton)	510
74	Deponikostnad, slagg	(kr/år)	=D73*D72
75			
76	**Summa**	**(kr/år)**	**=D70+D67-D74**

Återvinning i annan bransch av restprodukter från gjuterier

Om restprodukterna inte kan användas internt inom gjuteriet kan det finnas en möjlighet för användning i annan bransch. Några sådana exempel har undersökts.

Stålindustrin

Möjligheten att tillvarata spillprodukter från gjuterierna inom stålindustrin har undersökts inom projektet. Genom samtal med representanter från olika svenska stålverk har en kravspecifikation tagits fram gällande vilka ämnen som är kritiska eller intressanta för de olika stålverken. Utifrån analyserna som har utförts inom projektet har en bedömning av metallinnehållets värde samt energibehovet för uppvärmning av slaggämnena i stoften gjorts.

Stoft från gjuterierna

Intresset för stoftåtervinning är olika för de olika ståltillverkarna beroende på hur deras unika process ser ut. Det är inte alla som i dagsläget återför eget stoft till processen, varför intresset av att tillvarata stoft från andra industrier är väldigt svagt. Vid återvinning av eget stoft finns drivkrafterna att undvika deponi och att ta tillvara värdefulla ämnen som man vid något tillfälle i processen förlorat (järnförluster, legeringsämnen, kalk osv). Utbytet tenderar dock att vara relativt lågt och hanteringen av stoft är kostsamt för företagen. Beroende på om materialet är oxidiskt eller metalliskt kan reduktionsmedel i form av FeSi eller kol behövas. Olika stoft lämpar sig för olika stålsorter beroende på vilka ämnen som finns i stoftet.

Tabell 5 visar en översikt av vilka parametrar som normalt sett är viktiga för stålverk utifrån ett råmaterialperspektiv för stoft. Varje situation är dock unik, och halter och mängder måste vägas mot varandra och jämföras med råvarupriser för skrot, malm och legeringsämnen.

Tabell 5 Viktiga parametrar för stålverk.

Ämne	**Form**	**Kommentar**
Järn, Fe	Metalliskt/FeO/Fe2O3	Oxidiska andelar måste reduceras för att nyttiggöras som järnbärare. Detta kan ske genom reaktion med ämnen i smältan som har högre syreaffinitet än järn, exempelvis Si eller C. Kan innebära att reduktionsmedlet måste tillföras för att bibehålla stålkemin.
Kol, C		Reduktionsmedel och legeringsämne.
Kisel, Si	SiC/Si/FeSi/SiO2	SiC, Si och FeSi är reaktiva desoxidationsmedel/reduktionsmedel eller legeringsämnen. SiO2 är en sur slaggbildare.
Al	Al, Al2O3	Elementärt reaktivt desoxidationsmedel. Oxidiskt sur slagg.
Ca	Ca/CaO/CaCO3	Elementärt – reagerar men har begränsad löslighet i stål. Oxidiskt önskad basisk slaggbildare.
Mg	Mg/MgO	Elementärt – reaktivt, oxidiskt – basisk slaggbildare.
S, P		Föroreningsämnen som generellt avlägsnasmed basisk slagg.
Cu		Föroreningsämne som är svårt att separera från stålet eftersom det är väldigt svårt att oxidera (avskilja med slagg).
Zn		Förångas i ljusbågsugn och hamnar i stoft. Begränsande för återföring till malmbaserad ståltillverkning.
Cr, Ni, Mn, V, Mo, Ti, Zr, B, Nb		Legeringsämnen. Individuellt för varje stålsort huruvida de är tillgång eller belastning. Exempelvis Cr bör vara >18 % för att lämpa sig för tillverkning av rostfritt stål medan verktygsstål intresserar sig för ca 1-2 % Cr och standardstål helst inte vill ha med det alls.
Na, K	Na2O, K2O, eller som klorider	Oxidiskt kan det flussa slaggen och förstöra infodring. Salter ”ryker” vilket innebär arbetsmiljöproblem.

Inget av de stoft som undersöktes i projektet innehöll några höga halter av intressanta legeringsämnen. Det finns en del Zr, vilket skulle kunna vara intressant. Troligen är det dock oxiderat eftersom det har relativt hög syrepotential.

Ett problem med att låta stålverken ta hand om stoft från gjuterierna är de stora mängderna SiO_2 och Al_2O_3. Både SiO_2 och Al_2O_3 förekommer vid ståltillverkning, men innebär merkostnader i form av energi och råvarukostnader (kalk) om de tillförs i större mängder än vad som förekommer för processens behov. Som ett exempel: ett gjuteristoft innehåller ca 40 % SiO_2 och 7 % Al_2O_3 och i princip inget CaO. Ett ton stoft innehåller alltså 470 kg sur slagg som måste kompenseras med 470 kg CaO med ett pris på ca 1000kr/ton, en kostnad på nästan 500 kr. Detta innebär utöver den ökade råmaterialkostnaden även en ökad slaggmängd med 940 kg vilket kräver 940 kWh i energi att värma upp till 1600 grader, en kostnad på 750-1000kr beroende på elpris. Tillsats av stoft från gjuterierna skulle alltså innebära en merkostnad på ungefär mellan 1250-1500kr/ton för ett stålverk bara för råmaterial och energi. Då tillkommer även kostnader för eventuell deponi av slaggen etc. Det förekommer dock stålverk där man tillsätter SiO_2 för att få en mer flytande slagg och på så vis förbättra fosforraffineringen. Då är det även bra om det förekommer järnoxid i slaggen, då detta förbättrar processen. Om stålverket inte har behov av att tillföra SiO_2 för slaggkemins skull, innebär ett slaggrikt stoft mest ett problem för stålverket. För att ett stålverk då ska vara villiga att ta emot stoftet måste det finnas särskilt intressanta legeringsämnen i tillräckligt höga halter (ex krom, nickel), reduktionsmedel (kol och kisel) eller basiska slaggbildare (kalk).

En ytterligare svårighet är att mängden stoft som uppkommer hos gjuterierna är små i jämförelse med stålverken. Som exempel producerar Masugnen i Luleå ca 33000 ton stoft per år och ett ljusbågsugnsverk ungefär 1-2 ton stoft/timme. Detta medför logistiska utmaningar. Generellt är det också viktigt att det finns säkerhetsdatablad för de material som hanteras hos stålverken.

Slagg från gjuterierna (ej magnesium)

Vissa av gjuterierna har så pass höga järnhalter att de kan sälja sin slagg som skrot. I dessa fall handlar det om slagg med ca 80-90 % järnhalt. Infodringsmassorna magnetsepareras och deponeras mot en kostnad. Analys av infodringsmassorna är ej utförd inom projektet.

I projektet har tre slagger studerats. Analys av första slaggen visar att syrehalten var låg i förhållande till hur mycket Si, Ca, Al som fanns i slaggen. Troligen ligger således järnet till stor del som metalliskt järn. Dessutom har två lågvärdiga slagger analyserats. I denna analys har alla beståndsdelar antagits vara oxidiska, vilket troligen inte heller är fallet eftersom en hel del järnsmälta rimligtvis följt med i slaggen. Ifall slaggerna ska utredas vidare bör en mer detaljerad analys utföras. Analyserna redovisas i nedanstående tabell.

Tabell 6 Slagganalyser

Ämne	slagg 1	slagg 2	slagg 3
S	0,012	0,017	0,025
CaO	1,96	17,6	20,6
MgO	1,46	7,37	6,12
SiO2	105,90	14,3	10,3
Al2O3	18,14	3,7	2,64
FeO	8,75	48,2	56,7
MnO	1,38	12,9	6,81
Cr2O3	0,044	1,99	1,19
V2O5	0,001	0,17	0,1
TiO2	0,240	0,26	0,13
K2O	3,53		
Na2O	4,75		

Eftersom slaggen framförallt består av SiO_2 innebär återvinning av slaggen samma möjligheter och svårigheter som för stoften. Ståltillverkning sker under basiska förhållanden och tillsatt SiO_2 måste kompenseras med tillsatser av CaO för att bibehålla basiciteten. Den ökade slaggmängden skapar dessutom ökade kostnader i form av energiåtgång, precis som vid tillsats av gjuteristoft vilket nämnts tidigare. Däremot förekommer det processer där man önskar en mer flytande slagg alternativt en ökad slaggmängd och då kan en SiO_2-rik slagg vara av intresse. En hög andel järnoxid i slaggen är av intresse ifall fosforraffinering är ändamålet. Detta ätt dock inte aktuellt för närvarande, utan mer utav teoretisk natur för eventuella framtida behov.

Befesa ScanDust AB

Det finns företag som specialiserat sig på att ta ut metall ur olika typer av stoft. Ett sådant företag är Befesa ScanDust AB varför en kontakt etablerades med dessa under projektets gång. Bolaget anger följande för att ett samarbete skulle vara intressant.

Det är enbart metalloxider som är intressanta att ta tillvara. Om det är ren metall är den en form av omsmältning som sker, och det är inte intressant. Krom, nickel, molybden är intressanta ämnen och ju högre halter desto bättre. Bolaget ser gärna att det innehåller så låga halter av alkalier som möjligt. Koppar vill bolaget absolut inte ha. Det ska också vara låga halter av zink och bly. Radioaktivt material får inte förekomma. portförbjudet.

Bolagets anläggning är byggd för att hantera 60 000-70 000 stoft årligen. För att det skall vara intressant behöver det vara en mängd på åtminstone ett par hundra ton per år.

Sammanfattningsvis: Hög kiselhalt, hög kolhalt högt metalloxid innehåll i form av nickel,molybden och krom.[13]

[13] M. Warne Befesa (2016) [E-postkommunikation], mars 2016

Detta kan vara värt att gå vidare med för enskilda gjuterier men uppföljning hann inte slutföras inom ramen för det här projektet. De höga kiselhalterna i stoften beror på sandinnehållet och är således inte elementärt kisel utan oxidiskt, d.v.s. sandrester.

Slagg till värmeverkens fluidiserande bäddar

I ett annat pågående forskningsprojekt undersöks om sand innehållande metalloxider kan förbättra förbränningen i värmeverkens sandbäddar. Överskottssand har tidigare konstaterats fungera bra i värmeverkens bäddar. En kontakt togs med detta projekt för att utreda möjligheten att blanda överskottssand med slagg från gjuterierna och därmed uppnå den förbättrade förbränningen. Detta alternativ är inte ointressant och bör följas upp men hann inte slutföras inom ramen för detta projekt. [14]

Magnesiumhållande slagg

Magnesiumslaggen bildas vid gjutning av magnesium. Som råmaterial för gjutning används en magnesiumlegering som till huvuddelen består av Mg och Al. Utöver magnesiumtackor ”ingots” används en del gjutgods som återförs till smältningen. Vid smältning av legeringen bildas en viss del oxidiskt material, slagg. Denna slagg består till stor del av MgO och Al2O3 samt en del salt (en blandning av magnesium-, kalium- och natriumklorid samt kalciumflorid) som tillsätts på smältan som skydd för att undvika alltför stor oxidation. Vid slaggning följer en relativt stor del magnesiumsmälta med, vilket innebär att slaggen är en blandning av oxidiskt material och smält legering. Slaggen är reaktiv vid kontakt med vatten och betraktas som farligt avfall. Mängden fallande slagg uppgår till ca 130 ton per år som idag deponeras.

Det finns exempel på återvinning av magnesiumslaggen genom att krossa och våtsikta ut den metalliska delen (Christianed Scharf, 2015). Oxid-salt-fasen har sedan lakats med vatten och slutligen med syra för att kunna separera saltet och slutligen en restprodukt men även ett koncentrat med sällsynta jordartsmetaller. En annan metod för att separera magnesiumslaggen från metalliskt magnesium är vakuum destillation (Semiramis Akbari, 2011) (Zhu, 2001). En sådan process skulle kräva omfattande investeringar och är med andra ord inte rimlig för en genererad mängd på 130 ton.

Det finns några tänkbara användningsområden för magnesium vid stålframställning. Tänkbara användningsområden har identifierats och sammanställts nedan.

Svavelrening

Idag svavelrenas råjärn med CaC2 och Mg. Finfördelad 97 % rent elementärt magnesium injiceras i råjärnet. Inget vatten förekommer vid svavelrening eftersom CaC2 kan reagera med vatten och bilda acetylen. Magnesiumet fraktas till verket med big bags med innerpåse. För att magnesiumslaggen ska kunna

[14] F. Lind, Chalmers(2016) [E-postkommunikation], mars 2016

användas vid ett stålverk måste det vara fritt från salter, och finfördelat för att kunna injiceras. Reaktiviteten för svavelrening måste också säkerställas. För närvarande används ca 60 kg magnesium per smälta. Förutsatt att alla magnesiumslagg var reaktiv magnesium skulle fallande mängd magnesiumslagg i Sverige endast motsvara ett par veckors produktion. Rimligheten att skapa en process för hanteringen av slaggen för detta ändamål är därmed inte särskilt rimlig.

Desoxidationsmedel

I dag tätas stål (syre löst i smältan efter kolfärskning reagerar och skapar en slagg) med hjälp av framförallt aluminium och kisel. Magnesium skulle kunna fungera som ett desoxidationsmedel. För detta ändamål ska magnesiumen vara elementärt och fritt från salter.

Slaggbildare

Processer för att skapa syntetiskt slagg av aluminiumslagg är under utveckling. Det skulle kunna vara möjligt att producera syntetisk slagg av magnesiumslaggen, men det kräver omfattande utveklingsarbete för att avlägsna salter samt oxidera den metalliska andelen av slaggen.

Magnesium till vattenrening

Avloppsreningsverkerk använder ibland magnesium som fällningskemikalie. I projektet har undersökts om detta skulle kunna vara relevant för den magnesiumslagg som uppkommer. Vid en personlig kontakt konstaterades dock att det som önskas av avloppsreningsverken är magnesium i jonform vilket innebär att det material som uppstår hos gjuterierna inte är relevant.[15]

Minskad mängd plåtspill

Fallstudie hos Fläkt Woods

Fläkt Woods är en global marknadsledare för inomhusklimat- och brandsäkerhetslösningar som varje år levererar vi 1000-tals projekt över hela världen. Fläkt Woods erbjuder sina kunder högkvalitativa ventilationslösningar för olika typer av applikationer och byggnader.

1918 grundades Fläkt i Jönköping och blev snabbt ledande leverantör av nya produkter och lösningar inom luftbehandling, don och fläktar. Woods grundades 1909 i Colchester, UK, och blev världsledande leverantör av fläktar genom sin produktion av axialfläktar. Fläkt Woods Group bildades 2002. Det nya företaget sammanförde två av de största namnen inom ventilations- och luftbehandlingsindustrin; Fläkt och Woods Air Movement.

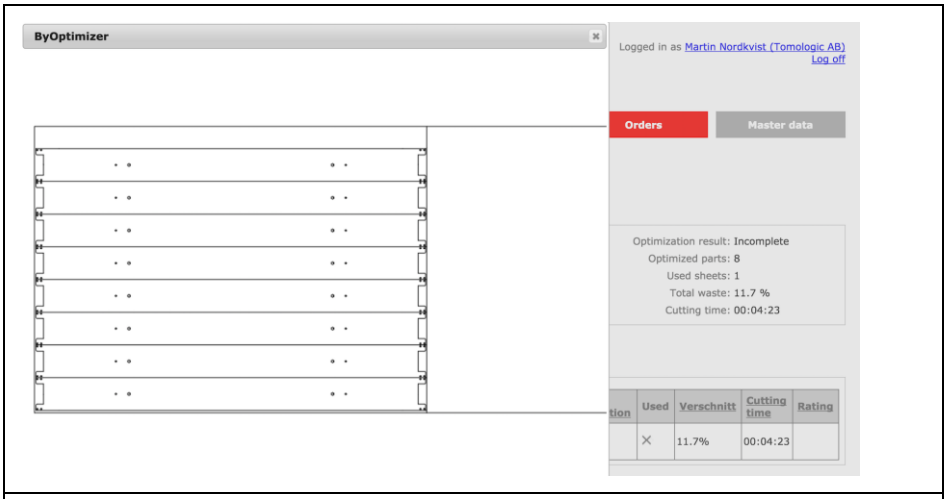
Fläkt Woods omsätter cirka 1,5 miljarder kr årligen och har ungefär 850 anställda i Sverige. Produktion sker i Jönköping, Enköping och Järna.

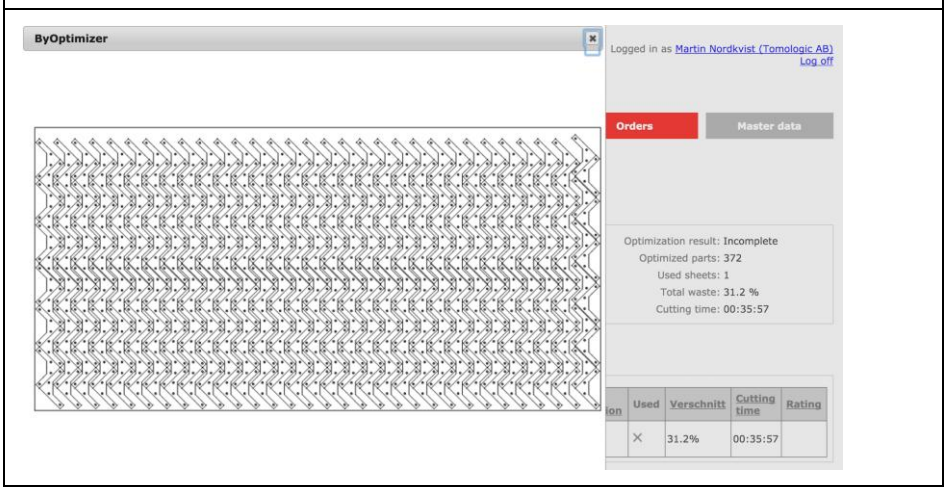
[15] M. Paulsson, Lunds kommun (2016). [E-postkommunikation], februari 2016

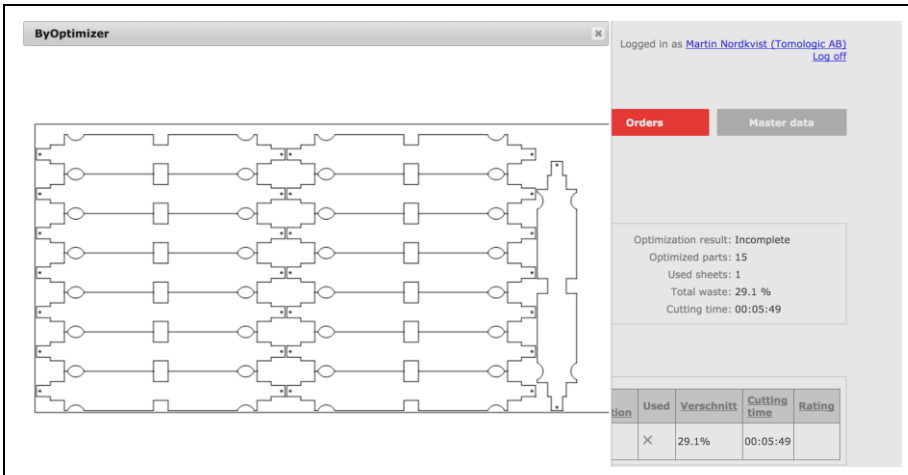
Fallstudie - Plåtnesting

Enligt en analys utförd tidigare av Fläks Woods själva uppstår mest plåtspill i förtillverkningen vid tillskärning av ämnen. Tillskärningen sker med en laserskärmaskin från Bystronic, modell Bysprint 2512, 3kw från 1998.

De utgångsämnen som används har storlek 2500*1250 mm och tjocklek 3mm. Tre detaljgeometrier valdes av Fläkt Woods att undersökas, se bilder nedan. Testet gick ut på att låta Tomologic göra nesting enligt med deras programvara och sedan jämföra med den nesting som Fläkt Woods tidigare hade gjort med sin programvara Metalnest.







Skärprogram framtagna av Tomologic för de tre olika komponenterna.

Under samma tid som fallstudien genomfördes pågick ett parallellt arbete hos Fläkt Woods med att byta ut laserskärmaskinen mot en nyare. Fallstudien och investeringsaktiviteterna var tyvärr inte samordnade vilket visade sig bli ett problem för utvärderingen av fallstudien.

När jämförelsen skulle göras mellan de skärprogram som Tomologic hade tagit fram och de som tidigare hade tagits fram av Fläkt Woods gick inte det efter som de programmen och hela den maskinen hade blivit ersatt.

Detta resulterade i att fallstudien blev omöjlig att utvärdera på ett bra sätt. Det kunde dock konstateras att det går att ta fram effektiva skärprogram med Tomologis teknik. Fläkt Woods kan dock inte framledes dra nytta av det av två huvudsakliga orsaker:

1. Fläkt Woods har nu investerat i en ny lasermaskin från Salvagnini som inte är kompatibel med Tomologics teknik som än så länge är begränsad till maskiner från Bystronic.
2. På grund av sättet som Fläkt Woods gör sin produktionsplanering vill de inte återanvända tidigare gjorda nesting-program. De kan heller inte göra en planering framåt för mer än ett fåtal plåtar.

Detta gör att den potentiella nyttan med Tomologics nestingsystem blir omöjlig för Fläkt Woods att exploatera.

Teknikspaning på EuroBLECH 2014

Liksom vid mässan 2012 var trenden kring miljöaspekter tydlig även 2014 och många företag fokuserade på maskinernas energikonsumtion och hur effektivt det är att använda elmotorer eller servostyrda pressar.

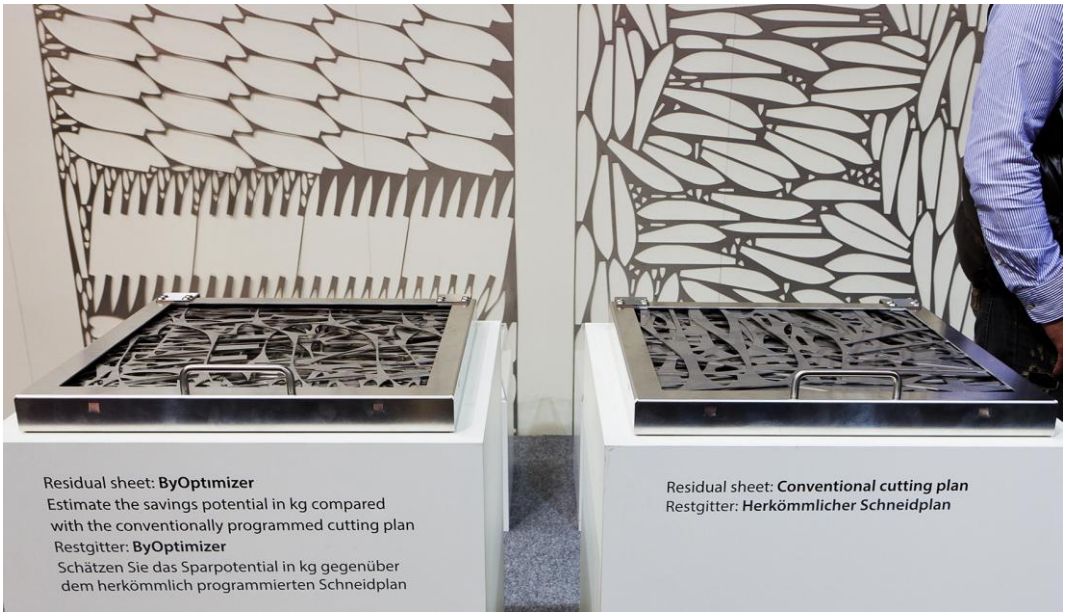
En tydlig trend var att många företag fokuserade på att visa upp förbättrade varianter av tidigare maskiner snarare än helt nya koncept. Förbättringarna var i stor utsträckning inriktade mot effektivare resursanvändning på olika sätt.

Exempel på detta var maskiner med minskad energiförbrukning och nya smarta sätt för nesting för att öka utnyttjandet av plåt

Även de större tekniklanseringarna som presenterades kopplades i hög grad till effektivare resursanvändning, exempelvis Amadas nya laserteknik som ska ge högre verkningsgrad än tidigare tekniker.

Bystronic och Tomologic

Som ett stort huvudnummer i monterns entré visades en intressant nyhet upp - en on-line tjänst, ByOptimizer, som skapar ett effektivare materialutnyttjande vid laserskärning. Denna online-tjänst kan kunder använda sig av för att planera sin tillverkning av komponenter. Man skickar produktinformation till Bystronic som sedan använder sig av programvara från det svenska företaget Tomologic som med smarta algoritmer optimerar materialutnyttjandet. Systemet ska minska spillet väsentligt. Programmet som möjliggör detta är utvecklat av svensken Magnus Norberg Olsson på Tomologic.



Vinsten med att optimera med ByOptimizer demonstrerades på ett pedagogiskt sätt. Den vänstra lådan innehåller spill efter att skärplanen har blivit optimerad med ByOptimizer. Den högra lådan innehåller spill efter en optimering av skärplanen på ett konventionellt vis. Den vänstra lådan var betydligt lättare.

Teknikspaning på EuroBLECH 2016

Under 2016 års upplaga av mässan var fokus inte alls lika stort på effektivare energianvändning eller mindre plåtspill. Istället hade fokus flyttat till digitalisering och Industrie 4.0.

I Bystronics monter marknadsfördes inte ByOpimizer längre utan allt som hade med mjukvarulösningar och digitalisering att göra marknadsfördes under namnet BySoft.

Stort rum i Bystronics monter helt tillägnat BySoft.

Tillståndsövervakning för ett antal maskiner och processer. Del av Bystronics sätt att erbjuda lösningar för Industri 4.0.

Referenser

Björkman, C. och Samuelsson, C. (2006) Resten - en tillgång MiMeR slutrapport 1995 – 2006, http://www.vinnova.se/upload/dokument/Verksamhet/Starka_FoI-miljoer/Kompetenscentrum/Rapporter/MiMeR%20Summary%201995-2006_1.pdf.

”BRICETS” (2004), Technical Research Centre of Finland, Finland, GRD1-2000-25578.

EU-kommissionen, ”Meddelande från Kommissionen till rådet och Europaparlamentet. Tolkningsmeddelande om avfall och biprodukter.” 20070221.

EU-kommissionen, ”Kommissionens förordning (EU) nr 715/2013. 20130725.

Futas, P. et al, (2011) The treatment of cupola furnace fly dust, in Proceedings of the 11th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM2011, ISSN 1314-2704, June 20-25, Slovakia Vol. 3, 903-908.

Jezierski J, and Janerka, A (2011) Waste utilization in foundries and metallurgical plants - selected aspects, Department Of Foundry, Silesian University Of Technology, 7 Towarowa, 44-100 Gliwice, Poland 18. - 20. 5. 2011, Brno, Czech Republic.

Johansson, P. (2006) ”Omsmältning av stoft från smältverk”, Swerea SWECAST AB, Jönköping, rapport nr 061109.

Lind, F. (2016) Chalmers [E-postkommunikation], mars 2016.

Ministerrådet, ”Rådets förordning (EU) nr 333/2011”. 20110331.

Naturvårdsverket, ”Återvinning av avfall i anläggningsarbeten”. Handbok 2010:1.

Nayström, P. (2016) Svenska Gjuteriföreningen [E-postkommunikation], Januari 2016.

Nayström, P (1998) ”Brikettering av stål- och gjutjärnsspån samt slipmull”, Gjuteriföreningen, Jönköping, rapport nr 980629.

Paulsson, M. (2016) Lunds kommun, [E-postkommunikation], februari 2016.

Pribulova A. et al, (2011) Utilization of metal substance from foundry dusts, Slovakien, in Proceedings of the 11th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM2011, ISSN 1314-2704, June 20-25, Slovakia, Vol. 3, 925-935.

Warne Befesa, M (2016) [E-postkommunikation], mars 2016.