

Forprojekt til brancheindsats for jern- og metalstøberier

Nina Caspersen, Instituttet for Produktudvikling

Jan Lemkow, Teknologisk Institut

Rudolf Crepaz, Teknologisk Institut

Niels Tiedje, Institut for Produktion og Ledelse, DTU

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Indhold

FORORD	5
SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER	7
SUMMARY AND CONCLUSIONS	9
1 FREMGANGSMÅDEN I FORPROJEKTET	11
1.1 BRANCHENS MILJØFORHOLD	11
1.2 WORKSHOPS	11
1.3 PROJEKTFORSLAG	12
2 MILJØBELASTNINGER I JERN- OG METALSTØBERIER	13
2.1 BRANCHENS PRODUKTER	13
2.1.1 <i>Livsforløbet af branchens produkter</i>	14
2.1.2 <i>Kortlægning af projekter inden for RT-området</i>	16
2.1.3 <i>Udførte livscyklusvurderinger</i>	16
2.2 MILJØVURDERING AF UDVALGTE PRODUKTER	18
2.2.1 <i>Udvælgelse af produkter</i>	18
2.2.2 <i>Resultaterne af livscyklusscreeningerne</i>	18
2.3 SAMMENFATNING AF BRANCHENS MILJØPROBLEMER	20
3 PRIORITERING AF OMRÅDER	22
3.1 PRIORITERING UD FRA LIVSCYKLUSSCREENINGER MV.	22
3.1.1 <i>Energiforbrug</i>	22
3.1.2 <i>Sand til deponi</i>	23
3.1.3 <i>Emission af opløsningsmidler fra bindere</i>	23
3.1.4 <i>Emission af bly</i>	23
3.1.5 <i>Kemikalier til overfladebehandling</i>	23
3.1.6 <i>SF6 til støbning af magnesium</i>	23
3.1.7 <i>Ringe genbrug af magnesium</i>	24
3.1.8 <i>Emission af opløsningsmidler fra slipmidler i forbindelse med trykstøbning</i>	24
3.2 BRANCHENS PRIORITERINGER	24
3.2.1 <i>Sammenlignende LCA</i>	24
3.2.2 <i>Organiske bindere og tilsætningsstoffer</i>	24
3.2.3 <i>Reduktion af emission af opløsningsmidler fra slipmidler</i>	25
3.2.4 <i>Benchmarking</i>	25
3.2.5 <i>Tungmetaller</i>	25
3.2.6 <i>Affaldssand</i>	25
3.3 ORGANISERING OG FORANKRING	25
4 FORSLAG TIL AKTIVITETER	26
4.1 UDVALGTE OMRÅDER	26
4.2 PROJEKTFORSLAG 1: ORGANISKE BINDERE OG TILSÆTNINGSSTOFFER	26
4.2.1 <i>Oversigtsskema</i>	26
4.2.2 <i>Formål</i>	27
4.2.3 <i>Baggrund</i>	27
4.2.4 <i>Indhold</i>	27

4.2.5	Aktører	28
4.2.6	Ressourcer	28
4.2.7	Tidsplan og milepæle	28
4.3	PROJEKTFORSLAG: FORBEDRING AF DATAGRUNDLAGET TIL UMIP-DATABASEN MHT. STØBEPROCESSER	29
4.3.1	Oversigtsskema	29
4.3.2	Formål	30
4.3.3	Baggrund	30
4.3.4	Indhold	30
4.3.5	Aktører	31
4.3.6	Ressourcer	31
4.3.7	Tidsplan og milepæle	31
4.4	PROJEKTFORSLAG 3: EMISSION AF OPLØSNINGSMIDLER FRA SLIPMIDLER	32
4.4.1	Formål	32
4.4.2	Baggrund	32
4.4.3	Indhold	33
4.4.4	Aktører	34
4.4.5	Ressourcer	34
4.4.6	Tidsplan og milepæle	34
4.5	PROJEKTFORSLAG 4: REDUKTION AF EMISSION AF TUNGMETALLER	35
4.5.1	Formål	35
4.5.2	Baggrund	35
4.5.3	Indhold	36
4.5.4	Aktører	36
4.5.5	Ressourcer	36
4.5.6	Tidsplan og milepæle	36
5	REFERENCER	39
	 Bilag A: Miljøaspekter for støbte produkter	41
	Bilag B: Referater og andet materiale fra workshops	
	Bilag C: Litteraturoversigt over RT-projekter	

Forord

Denne handlingsplan er udarbejdet af Danske Støberiers Brancheforening (DSBF) i samarbejde med Institut for Produktudvikling (IPU) og Teknologisk Institut.

Handlingsplanen er udarbejdet i forbindelse med projektet: forprojekt for brancheindsats for jern- og metalstøberier. Formålet med projektet og handlingsplanen er at udarbejde en handlingsplan for at reducere miljøbelastningen for branchens produkter set over hele deres livsforløb.

Projektet er udført med Nina Caspersen, IPU, som projektleder. Fra Teknologisk Institut har Jan Lemkow og Rudolf Crepaz medvirket. Desuden har Niels Tiedje fra Institut for Produktion og ledelse, DTU medvirket i projektet. I styregruppen for projektet har der udover projektets parter været deltagelse af Poul Erik Haurum, jernstøberiet DANIA A/S, formand for DSBF samt Tom Rydtlander, sekretær for DSBF.

I forbindelse med udarbejdelsen af planen er benyttet en LCA-screening af typiske produkter. Som projektplanlægningsværktøj er benyttet LFA-metodikken.

Under projektforløbet blev der afholdt 2 workshops og et introduktionsmøde. Den første workshop var med deltagelse af de fire virksomheder, som leverede produkter til livscyklusscreeningen. De fire virksomheder var:

Uldalls Jernstøberi A/S
Frese metal- og stålstøberi A/S
Metallic A/S
MAN B&W Diesel A/S, Alpha Diesel

Den anden workshop var for støberier, amter samt andre interessenter.

Formålet med udarbejdelsen af handlingsplanen har været at udarbejde en samlet indsats med konkrete målbare mål, milepæle og budget.

Resultatet kan læses i denne rapport, som er inddelt på følgende måde:

Kapitel 1 beskriver fremgangsmåden i projektet.

Kapitel 2 beskriver miljøbelastningerne i branchen

Kapitel 3 beskriver de prioriteringer af områder, som er foretaget i forbindelse med de to workshops.

Kapitel 4 beskriver de fire aktuelle projektforslag, som udgør handlingsplanen for branchen.

Bilag A indeholder livscyklusscreeningerne samt beskrivelse af metoden.

Bilag B indeholder referater fra workshops

Bilag C er en litteraturoversigt over tidligere udførte RT-projekter

Sammenfatning og konklusioner

Der er udført et forprojekt med udarbejdelse af en handlingsplan for jern- og metalstøberier. Projektet har haft deltagelse af Danske Støberiers brancheforening (DSBF) med Institut for Produktudvikling og Teknologisk Institut som udførende parter.

Handlingsplanen har taget udgangspunkt i 7 livscyklusscreeninger samt 2 workshops. Ved prioriteringen og den senere beskrivelse er Logical Framework Approach anvendt (LFA).

Livscyklusscreeningerne viste, at følgende parametre var de væsentligste set i forhold til produkternes livsforløb:

- ☐ Energiforbruget på støberiet
- ☐ Emissioner fra bindere mv.
- ☐ Affald i form af affaldssand
- ☐ Emissioner af tungmetaller

Der blev foretaget en prioritering af forslag ved de to afholdte workshops.

Følgende fire projektforslag er prioriteret og beskrevet:

- ☐ Organiske binder og tilsætningsstoffer: Overblik over anvendelsesmuligheder mht. teknik, økonomi og miljø
- ☐ Reduktion af emissioner i forbindelse med trykstøbning
- ☐ Forbedring af datagrundlaget i UMIP-databasen mht. støbeprocesser
- ☐ Tungmetaller- reduktion af emissioner

Det samlede budget for de 4 aktiviteter er på 6,8 mio. kr. Heraf skal 5,3 mio. kr. finansieres af Miljøstyrelsen.

Projekterne foreslås styret af en styregruppe med deltagelse af brancheforeningen samt de relevante udførende parter for de enkelte projekter. Her varetages den nødvendige koordinering mellem projekterne. For de tre af projekterne vil koordineringen være en del af projekterne, da der er tale om levering af data til UMIP-databasen.

Formidlingen af projekterne koordineres ligeledes af styregruppen. Der vil dels være mulighed for at lægge oplysninger på DSBF's hjemmeside (som er under udarbejdelse) dels møder i DSBF's regi dels møder med en bredere målgruppe, hvor det vil være relevant.

Perspektiverne for igangsættelse af projekterne er en forventet reduktion af emissioner fra bindere, slipmidler og tungmetaller. Desuden kan der evt. forventes lavere indhold af uønskede stoffer af såvel organisk som metallisk karakter i affaldssandet.

For LCA-delen er målet mere langsigtet, men et godt datagrundlag vil være et godt værktøj i virksomhedernes miljøarbejde, hvor en reduktion af energiforbruget vil være det mest oplagte.

Samlet set vil projekterne derfor være et katalog med løsninger til miljøforbedringer. I første omgang vil det kun være de deltagende virksomheder, som reducerer miljøbelastningen, men i takt med at resultaterne formidles til hele branchen vil der være mulighed for en stærkt afsmittende effekt.

Summary and conclusions

The report describes an action plan for the iron- and non-ferrous foundry industry. The report was worked out on behalf of the Association of Danish Foundries by the Institute for Product Development and the Danish Technological Institute.

The action plan is based on the results of seven life cycle screenings of typical products, and on the discussion at two workshops. Prioritising of the projects and further development of the proposals was made by means of the Logical Framework Approach (LFA).

From the life cycle screenings it appears that the following parameters were the most important:

- ☐ Energy consumption at the casting facility
- ☐ Emissions from e.g. binders
- ☐ Waste sand
- ☐ Emissions of heavy metals

Prioritising of proposals for projects was discussed at two workshops.

Proposals for the following projects are described:

- ☐ Organic binders and additives: Overview of applications concerning technical, economic and environmental considerations
- ☐ Reduction of emissions from die casting
- ☐ Improvement of LCA-data concerning metal casting processes
- ☐ Heavy metals – reduction of emissions and contents

The total budget for the projects is DKK 6.8 mill., of which DKK 5.3 mill. is to be financed by the Danish Environmental Protection Agency.

It is proposed that steering of the projects will be undertaken by a steering committee. Representatives from the branch organisation and the project groups should be part of the committee, which will take care of the necessary coordination between the projects. Part of the coordination lies within the projects, which deliver data to the EDIP database.

Communication of results will be coordinated by the steering committee. The home page of the branch organisations can be used for communication, and meetings can be arranged within the branch organisations or for wider groups, if relevant.

The perspectives by launching the projects are mainly reduction of emissions. A reduction of undesired substances in the waste sand is also to be expected.

For the LCA element of the project, the goal will have a longer perspective, but the data will serve as a tool for the environmental work in the enterprises, with reduction of energy consumption as the most likely outcome.

Altogether the projects will present a catalogue of solutions to the environmental improvements which will gradually be implemented in enterprises in the branch.

1 Fremgangsmåden i forprojektet

Projektet var opdelt i tre faser:

1. Branchens miljøforhold
2. Workshop for udarbejdelse af projektmatrix
3. Opstilling af handlingsplan

Beskrivelsen af branchens miljøforhold tager udgangspunkt i livscyklustankegangen, herunder specielt MEKA-princippet (se bilag A). Logical Framework Approach (LFA) er anvendt i forbindelse med fase 2 og 3.

1.1 Branchens miljøforhold

Til beskrivelse af branchens miljøforhold blev der udvalgt 7 produkter, som tilsammen repræsenterer hovedparten af de materialer og processer, som forekommer i branchen. De 7 produkter blev repræsenteret af 4 virksomheder, herefter kaldt produktvirksomhederne.

For hver enkelt produkt blev der udarbejdet et MEKA-skema, og heraf blev der udpeget en række fokusområder.

Herudover blev der udarbejdet en kortlægning af projekter inden for RT-området for at sikre, at emner ikke blev overset samt at der blev draget nytte af de erfaringer, der er gjort i tidligere projekter.

I forbindelse med UMIP-projektet (Wenzel et al., 1996) blev der indsamlet LCA-data for et begrænset antal støbeprocesser. Disse data indgår i vurderingsgrundlaget for branchens miljøbelastninger.

1.2 Workshops

Der er afholdt to workshops og et introduktionsmøde i forbindelse med projektet.

Formålet med introduktionsmødet var at introducere produktvirksomhederne for MEKA-princippet og hjælpe dem i gang med dataindsamlingen. Virksomhederne havde på forhånd udfyldt skemaer, og der blev diskuteret, om data skulle uddybes el. lign.

Den første workshop var en præsentation af resultaterne af livscyklusscreeningerne samt en diskussion af, hvilke emner, der var relevante at arbejde med. Målgruppen var produktvirksomhederne samt formanden for DSBF.

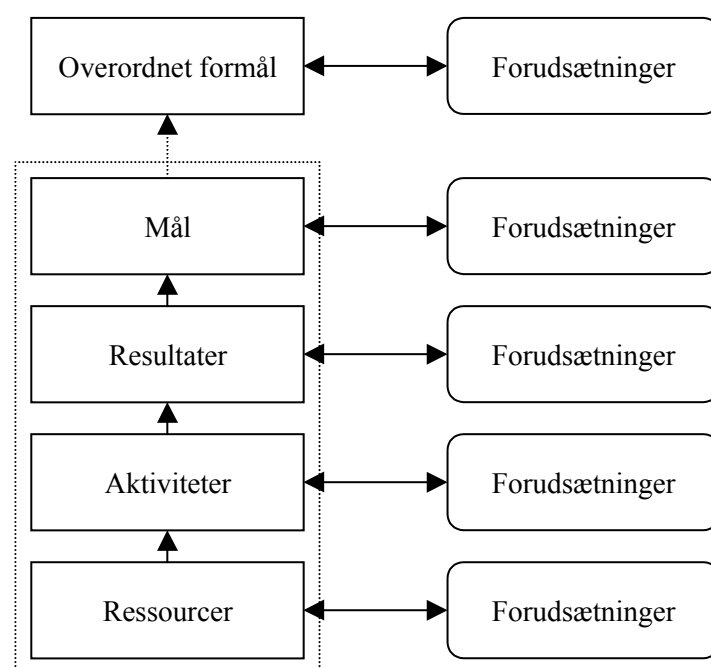
Ud fra de 5 prioriterede forslag blev det diskuteret, hvem det var relevant at invitere til den sidste workshop. Der blev udført interessentanalyse for de

foreslåede projekter, og resultatet blev, at det var støberier, amter, Arbejdstilsynet samt enkelte leverandører, som var relevante. Leverandørerne blev imidlertid ikke inviteret, da alle relevante leverandører var udenlandske.

På den anden workshop blev de 5 prioriterede forslag præsenteret, og der var mulighed for at komme med flere forslag. Det endelige resultat blev 4 forslag, som hver især blev behandlet mhp. udarbejdelse af en projektplanlægningsmatrix.

1.3 Projektforslag

Den endelige udarbejdelse af projektforslagene er sket efter workshoppen. De enkelte projektforslag er beskrevet i PPM-matricen mht. nedenstående elementer. Desuden er målbare indikatorer og målemetoder identificeret så vidt muligt.



Figur 1.1: LFA-logikken

2 Miljøbelastninger i jern- og metalstøberier

2.1 Branchens produkter

Støberiindustrien er en af de væsentligste genbrugsindustrier, idet stål-, jern- og metallaftald smeltes og anvendes til nyt støbegods i specificerede kvaliteter. Ligeledes genanvender støberiindustrien ca. 90% af de til støbegods produktionen indgående råmaterialer, primært sand.

Den danske støberiindustri producerer årligt ca. 100.000 tons støbegods fordelt med ca. 85% stål- og jernstøbegods (2% stål-gods) og 15% metalstøbegods (heraf ca. 2/3 trykstøbe- og kokillegods). 75% af støbegodset er mindre støbegods i større serier fremstillet i forme lavet af bentonitbundet formsand. 15% er større støbegods i mindre serier fremstillet i forme lavet af kemisk bundet formsand. Sandstøbeprocesserne står ligeledes for ca. 90% af den producerede tonnage og trykstøbe- og kokilleprocesser for ca. 10%.

Selv om støberiindustrien genanvender ca. 90% af sine råmaterialer er den ikke genvundne affaldsmængde af samme størrelse som den producerede tonnage af støbegods på ca. 100.000 tons pr. år. Affaldsmængden er derfor betydelig og er blandt de største enkeltstrømme herhjemme. De væsentligste affaldsstrømme er affaldssand fra kemisk bundne forme og kærner og fra bentonitbundet formsand, samt støv fra smelteanlæg, godsrensning og sandanlæg. I bestræbelserne på at øge genbruget er det karakteristisk, at mængden af støvaffald er stigende.

De forskellige affaldsstrømme er, afhængig af fra hvilke råmaterialer og hvilke processer de stammer, mere eller mindre forurenede med organiske forbindelser som Phenoler og PAH'er og med metaller som bly, zink og kobber. Tungmetalmængden er ca. 30 g pr. tons støbejern og noget mere for rødgods, hvilket måske ikke i sig selv er store mængder, men problemet er de store mængder sand og især støv som kontamineres. Støv fra smelteprocesserne er således klassificeret som kemikalieaffald.

Af andre eksterne miljøforhold kan nævnes:

- ☐ Støv- og gasemissioner
- ☐ Støj
- ☐ Lugt

Af arbejdsmiljømæssige problemer kan nævnes:

- ☐ Kvantsholdige støv
- ☐ Kræftfremkaldende materialer
- ☐ Støj- og vibrationsproblemer
- ☐ Bly
- ☐ Mangan

Energiforbruget til fremstilling af 1 tons jernstøbegods er 2.500 til 3.500 kWh, hvilket betyder at der er tale om energitunge processer. For metal- og trykstøberier ligger energiforbruget mellem 3000 og 9000 kWh/t.

Alle jern- og metalstøberier er såkaldte kundegods støberier, dvs. med en meget lille egenproduktion.

Et andet væsentligt forhold vedrørende støbegods produktion i Danmark er at der inden for jernstøbegods er et støberi, der producerer ca. 45% af den samlede tonnage.

Det næststørste jernstøberi producerer ca. 20% af den samlede tonnage og den resterende mængde er fordelt på ca. 15 støberier. De fleste med under 50 ansatte.

Metalstøbegods produktionen er knapt så skævdrejet, men fordelt på ca. 40 støberier, hvor de fleste er meget små.

Trykstøbegods produktionen (Al og Zn) er fordelt på ca. 10 trykstøberier, heraf producerer 2 udelukkende til egen produktion. Kundegods produktionen foregår på de resterende, hvoraf et er stort og to er mellem store.

Denne skævdrejning af branchen med ganske få meget store producenter og mange ofte meget små, gør at de løsninger, fx vedrørende genanvendelse af affald, specielt affaldssand i forskellige fraktioner, der er etableret for et enkelt meget stort støberi, ikke umiddelbart kan anvendes for mindre og små støberier, og problemet bør løses politisk.

2.1.1 Livsforløbet af branchens produkter

Karakteristisk for støbegods fremstillet i Danmark er, at det fremstilles ud fra direkte nedsmeltning af skrot på det enkelte jernstøberi. Metalstøberierne og trykstøberierne anvender blokmetal, hvoraf langt den overvejende del er omsmeltet skrot (sekundære legeringer) og kun ganske lidt primære legeringer.

Karakteristisk er ligeledes, at alt støbegods, som afslutning på sin livscyklus går til omsmelting. For slidgods dog kun den del, der ikke er bortslidt under drift.

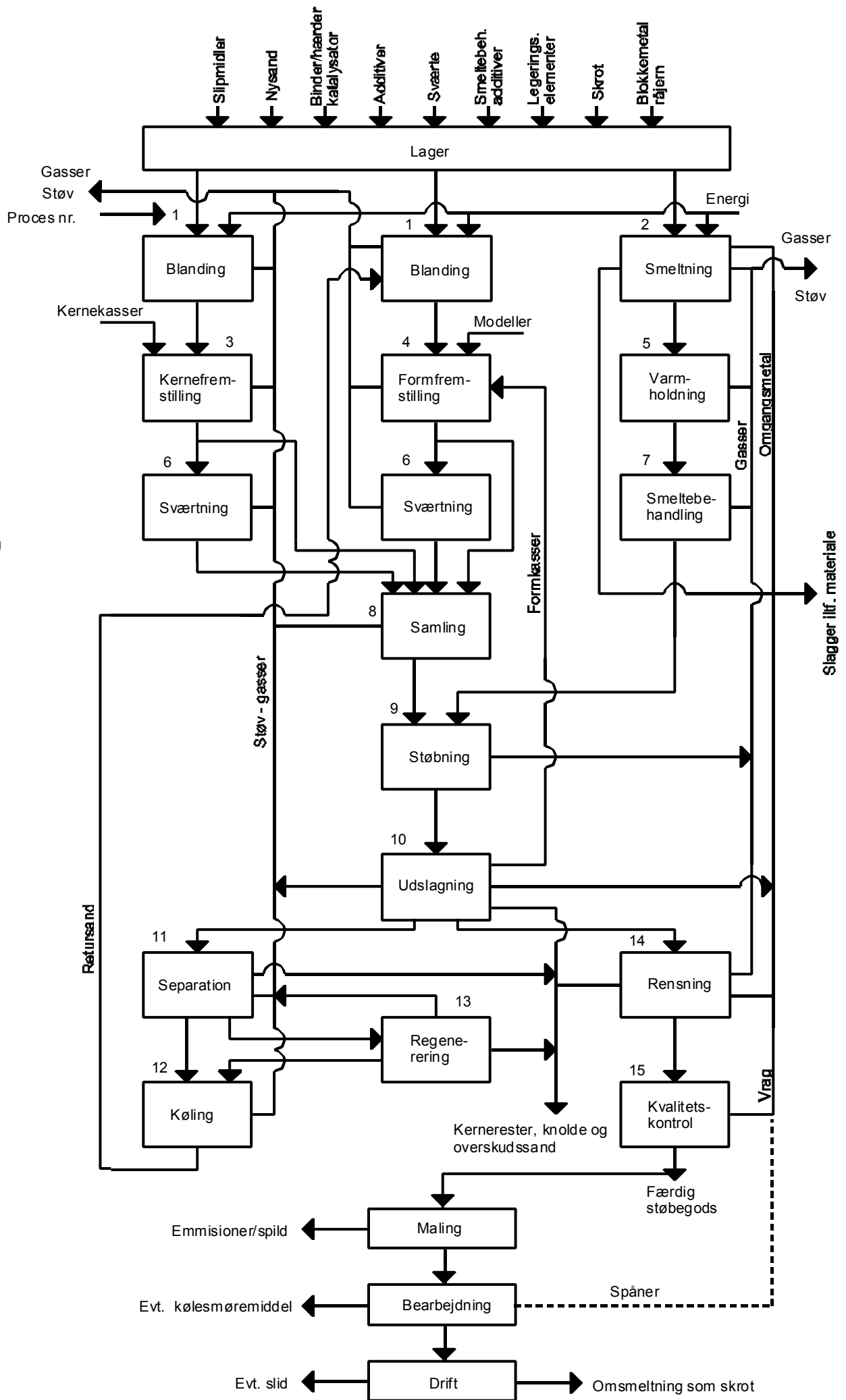
Selv om støbeprocessen betegnes som near netshape foretages en maskinbearbejdning af praktisk talt alt støbegods. Mængden af spåner kan variere fra ganske få procent til over 50% af godset vægt. Spånerne går til omsmelting.

Energiforbruget til fremstilling af 1 t støbegods varierer betydeligt. Bl.a. fordi den nedsmeltede mængde for fremstilling af 1 t gods kan variere fra 1,5 t til over 2 t.

Det samlede energiforbrug for fremstilling af 1 t jernstøbegods er ca. 3.000 kWh og 1 t Cu- eller Al-baseret gods ca. 5.000 kWh. Ca. halvdelen af det samlede energiforbrug går til smeltning og varmholdning.

Karakteristisk for danske støberier er også, at ca. 1/3 af energiforbruget går til arbejdsmiljøbetings ventilation og opvarmning af erstatningsluften.

LCA-støbegods



2.1.2 Kortlægning af projekter inden for RT-området

Der er foretaget en gennemgang af RT-projekter inden for området, som er rapporteret inden for de seneste ca. 10 år. En detaljeret gennemgang kan findes i bilag C. Kortlægningen er baseret på danske og udenlandske projektrapporter samt artikler i fagtidsskrifter.

Fokus i kortlægningen er på følgende områder:

- ☐ Reduktion af energiforbrug til smeltning og varmholdning
- ☐ Emissioner fra bindemidler
- ☐ Regenerering af affaldssand samt alternative anvendelsesmuligheder
- ☐ Affaldssandets organiske og metalliske forureninger samt perkolatanalyser
- ☐ Affald fra smelteproceser: minimerings- samt genbrugsmuligheder
- ☐ Prognoser for aluminium- og magnesiumforbrug i automobilindustrien

Herudover findes beskrivelser om lugtkilder, genanvendelse af metalholdigt affald, slipmidler til trykstøbning, energiforbrug til rumopvarmning og ventilation, optimeringsmuligheder angående punktudsug, forslag til renere teknologi, nedbringelse af phenoler i overskudssand, håndbog i miljøledelse samt ene energianalyse af støberibranchen.

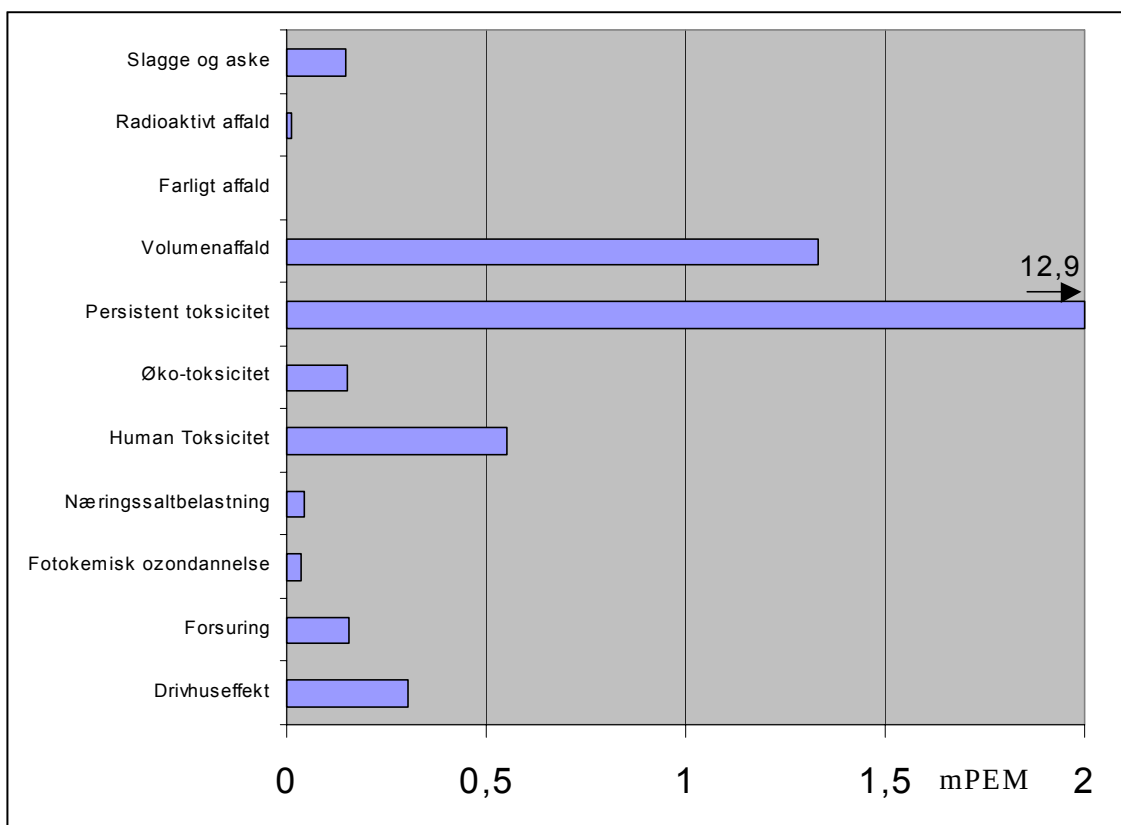
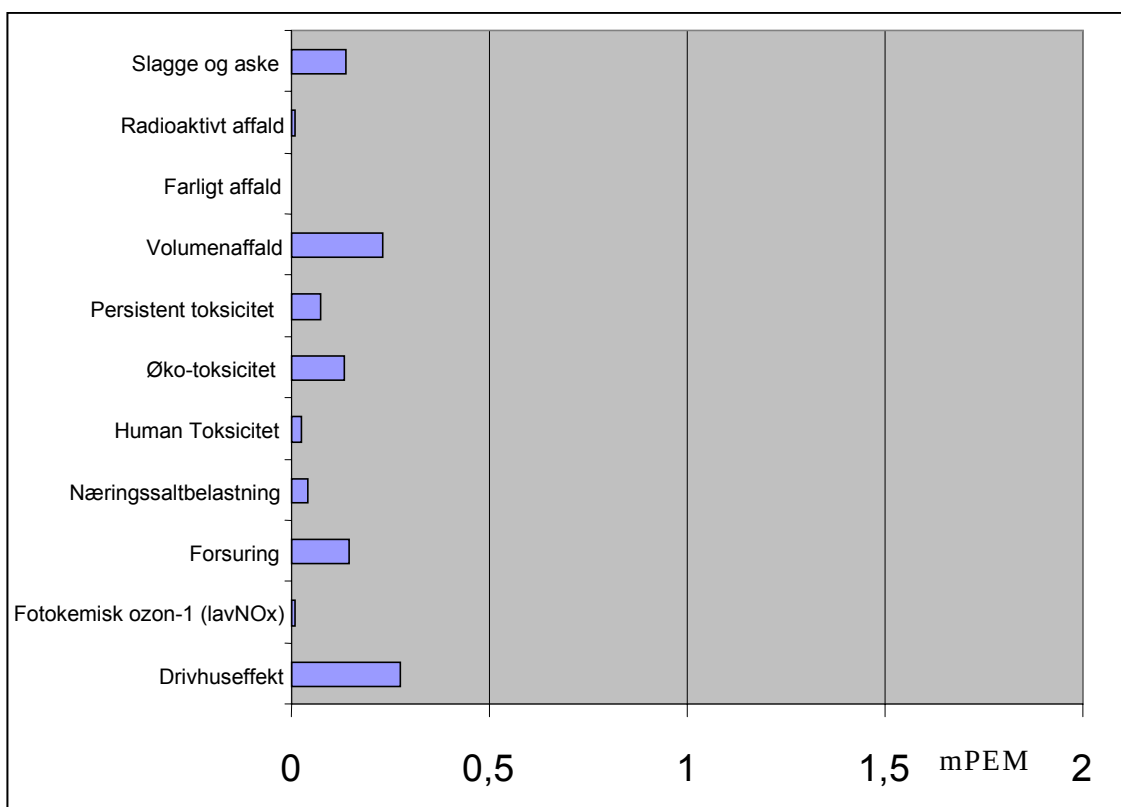
2.1.3 Udførte livscyklusvurderinger

I forbindelse med indsamlingen af data til UMIP-databasen (Miljøstyrelsen, 1999), blev der indsamlet data for følgende støbeprocesser:

- Sandstøbning af støbejern
- Trykstøbning af aluminium
- Trykstøbning af zink

Der er stor forskel på miljøprofilen for sandstøbning og trykstøbning, som det ses i figuren på følgende side. Udover, at de vægtede miljøpotentialer er væsentlig større for sandstøbning, ses, at sandstøbning har et væsentligt bidrag til persistent toksicitet (vedvarende giftighed). Bidraget stammer fra benzen og hydrogencyanid fra bindere og organiske tilsætningsstoffer. Enheden er opgjort i mPEM, som er milli-personækvivalent målsat (Wenzel et al., 1996). Oversat til ”dansk” svarer det til, at sandstøbning af 1 kg støbejern udgør 1,29% af det acceptable bidrag til persistent toksicitet per person per år. Man må altså højst købe 77 kg støbejern per år per person, hvis man vel at mærke ikke foretager sig andre ting, som bidrager til persistent toksicitet.

Læg mærke til, at bidraget til drivhuseffekten er stort set den samme for begge processer.



Figur 2.2. Øverst: trykstøbning af 1 kg aluminium, nederst: sandstøbning af 1 kg støbejern (Miljøstyrelsen, 1999).

2.2 Miljøvurdering af udvalgte produkter

2.2.1 Udvælgelse af produkter

Følgende produkter blev udvalgt ud fra nedenstående kriterier.

Tabel 2.1: Oversigt over de valgte produkter

Materiale og proces	Kriterier
Stort gods i SG-jern fremstillet i kemisk bundet sandform. 4-takt cylinderdæksel vægt ca. 400 kg.	For at dække SG-jerns fremstilling og anvendelsen af regenereret kemisk bundet sand, samt for at vurdere bearbejdningen inden brugsfasen.
Mindre gods i gråt støbejern og SG-jern støbt i bentonitbundet formsand på Disamatic. Ventilhus i gråt støbejern og et tilsvarende i SG-jern. Vægt 11 kg.	For at belyse forskellen ved fremstilling af gråt støbejern og SG-jern. Samtidig dækkes den mest almindelige formfremstilling (bentonitbundet formsand på Disamatic) og den mest almindelige kerne fremstillingsmetode "Amin katalyseret Phenol-Isocyanat" (cold-box)
Mindre gods fremstillet i rødgoods og tilsvarende Al-bronze, støbt i kemisk bundet sand. Pumpehjul rødgoods, vægt 20 kg, samme pumpehjul aluminium bronze, vægt 18 kg.	For at belyse forskellen i miljøbelastningerne af rødgoods og Al-bronze.
Trykstøbt Al-gods og trykstøbt Mg-gods. Stepboard Al, vægt 4,5 kg. NIROS-emne Mg, vægt 0,18 kg.	For at belyse de særlige miljømæssige forhold ved trykstøbning samt evt. forskel mellem trykstøbt Al og Mg.

De valgte produkter dækker ikke sand- og kokillestøbt aluminium. Forholdene for smeltning af aluminium kan sidestilles med oplysningerne for trykstøbning af aluminium og for kernefremstilling kan de sammenlignes med de sandstøbte kobberlegeringer.

2.2.2 Resultaterne af livscyklusscreeningerne

Resultaterne af livscyklusscreeningerne kan ses i bilag A. Overordnet set er støbeprocesserne relativt ens, men der er dog forskelle, der gør, at miljøproblemerne ikke er de samme for alle processer.

En grov opdeling kan foretages ved at skelne mellem sandstøbning og trykstøbning, men herudover skal der også skelnes mellem sandstøbning med kemisk bundet sand og bentonitbundet sand. Endelig er der specielle faktorer, som har relation til det specifikke materiale eller en specifik proces.

For sandstøbning er de væsentligste miljøbelastninger: energiforbrug, organiske bindere og affaldssand eller filterstøv, som deponeres.

Der er ikke en væsentlig forskel mellem sandstøbning af SG-jern og gråt støbejern. SG-jern tilsættes magnesium, hvoraf en del emitteres ved smeltebehandling. Desuden er energiforbruget til smeltning af SG-jern lidt højere end for gråt støbejern pga. større mængde omgangsjern. Råvarerne til SG-jern er råjern og skrot, mens der kan anvendes udelukkende skrot til gråt støbejern. Set i et livscyklusperspektiv har det ikke den helt store betydning, om der anvendes skrot eller råjern, så længe der er stor efterspørgsel efter skrot. Dette skyldes, at brug af skrot i støberierne blot afføder et forbrug af råjern et andet sted. Hvis efterspørgslen efter skrot reduceres, så fremstilling af støbegods bliver en væsentlig aftager af skrot, vil situationen være en anden.

Forskellen mellem håndformet og maskinformet gods er, at ved maskinformning anvendes primært bentonitbundet sand, og til håndformning primært kemisk bundet sand.

Når der anvendes kemisk bundet sand, underkastes denne en regenereringsproces før sandet kan genanvendes. Genanvendelsesgraden er dog betydeligt lavere i forhold til bentonitbundet sand, og affaldsmængderne fra kemisk bundet sand er derfor betydelig større end for det bentonitbundne sand pr. ton støbegods.

Ved smeltning af blyholdige legeringer fås emission af bly. Dette er vist for casen med rødgoods. Ved anvendelse aluminiumbronz, som er alternativet til rødgoods, er der ikke emission af bly, men aluminiumbronz har et energiforbrug, som er 30-40% højere end for rødgoods.

For trykstøbning er energiforbruget også stort, men der er intet forbrug af sand eller bindere. Til gengæld anvendes slipmidler. De emner, som blev udvalgt, blev overfladebehandlet, men overfladebehandlingen har ikke relation til støbningen, og der bør derfor ikke fokuseres på den. Desuden er en del af de "uønskede stoffer" ved at blive udfaset. For magnesium gælder specielt, at der må forventes en ringe grad af genbrug af emnerne fordi de dels er små dels er anvendelsen af magnesium ikke så udbredt.

Tabel 2.2: overblik over miljøfokusområder for de valgte problemstillinger

	Materialer	Energi	Kemikalier	Andet
Sandstøbning-SG jern	Råvarer: skrot og råjern + Mg Sand til deponi(størsteparten regenereres) Ler/bentonit bruges ved maskinformning	Energi til smeltning og varmholdning mv. Energi til spåntagning og omsmeltning	Binder mv. Emission af organiske forbindelser samt stoffer fra binder	Smelterøg med indhold af magnesium, zink og bly
Sandstøbning-Gråt støbejern	Råvarer: skrot Sand til deponi(størsteparten regenereres)	Energi til smeltning og varmholdning mv. Energi til spåntagning og omsmeltning	Binder mv. Emission af organiske forbindelser samt stoffer fra binder	Smelterøg med indhold af zink og bly
Sandstøbning, kemisk bundet sand Rødgoods	Råvarer: blokmetal m. indhold af bly Stort forbrug af sand samt deponi af sand (størsteparten regenereres)	Energi til smeltning og varmholdning mv. Energi til spåntagning og omsmeltning	Binder mv. Emission af organiske forbindelser samt stoffer fra binder og bly	Smelterøg med indhold af zink og bly
Sandstøbning, kemisk bundet sand alubronze	Råvarer: blokmetal Stort forbrug af sand samt deponi af sand (størsteparten regenereres)	Energi til smeltning og varmholdning mv. Energi til spåntagning og omsmeltning	Binder mv. Emission af organiske forbindelser samt stoffer fra binder	Massefylden af rødgoods er højere end for aluminiumbronz.
Trykstøbning Aluminium	Råvare: blokmetal	Energi til smeltning og varmholdning mv. Energi til spåntagning og omsmeltning	Affedtning og overfladebehandling med "uønskede" stoffer Slipmidler	
Trykstøbning Magnesium	Råvare: Primær magnesium Ring mulighed for genanvendelse	Energi til smeltning og varmholdning mv. Energi til spåntagning	Anvendelse af SF6 Affedtning og overfladebehandling med "uønskede" stoffer Slipmidler	Magnesiumpulver er letantændeligt og eksplosionsfarligt, men udgør ingen risiko i den anvendte form.

2.3 Sammenfatning af branchens miljøproblemer

Resultaterne af livscyklusscreeningerne stemmer godt overens med det generelle billede af branchen og de fokusområder, der er fundet i forbindelse med kortlægningen af RT-projekter.

Støberibranchens miljøproblemer er fokuseret om produktionsfasen. Transport er ikke medtaget i tabellen, da ingen af livscyklusscreeningerne viste nævneværdige bidrag til transport.

Der forbruges ressourcer i form af metaller, men det er karakteristisk, at næsten 100% af metallerne genvindes.

Tabel 2.3: forenklet fremstilling af miljøfokusområder

	Materialefasen	Produktionsfasen	Brugsfasen	Bortskaffelsesfasen
Materialer	Forbrug af metalressourcer	Forbrug af sand Affald: affaldssand og filterstøv	Godskrivning af ressourceforbrug fra spåner	Genvinding af ca. 95% af produktet (bortset fra magnesium)
Energi	Energiforbrug til fremstilling af materialer	Stort energiforbrug i forbindelse med smeltning og ventilation	Energiforbrug til spåntagning samt omsmeltnings af spåner	Energiforbrug til omsmeltnings af det udtjente produkt
Kemikalier		Organiske emissioner fra bindere Emission af tungmetaller Emission fra slipmidler	Anvendelse af køle/smøremidler	
Andet		Emission af støv		

Umiddelbart har der mest været fokus på branchens energiforbrug og affaldet i form af affaldssand. En form for vægtning mellem miljøbelastningerne kan ses i miljøprofilen for sandstøbning (se figur 2.2), som viser, at det miljømæssigt største problem faktisk er emission af organiske opløsningsmidler.

Ved støbning anvendes typisk følgende hjælpestoffer:

- ☐ Organiske kærnebindere
- ☐ Organiske forbindere til stort og større gods i mindre serier
- ☐ Organisk tilsætning i form af kulmel til forme fremstillet i bentonitbundet formsand til fremstilling af småt og mindre jernstøbegods i større og store serier
- ☐ Bentonit

De organiske materialer påvirker, udover arbejdsmiljøet, også miljøet i form af emission af bl.a. benzen, og forurener affaldssandets forskellige fraktioner med bl.a. Phenoler og PAH'er. En forurening, der gør alternativ anvendelse af affaldssand vanskeligt.

For tungmetalholdige legeringer vil emission af tungmetaller sandsynligvis være årsag til en tilsvarende stor miljøbelastning, da f.eks. bly er giftigt. For

blylegerede Cu-legeringer, som fx rødgods, giver støvet fra støbegodsrensningen ligeledes problemer med tungmetaller.

Livscyklusscreeningerne byggede på et forenklet datagrundlag, og der var derfor fokus på de indgående strømme. Imidlertid viser emissionsmålinger, at køle- og formsmøremidler til trykstøbning, giver emissioner af fx PAH'er.

3 Prioritering af områder

Prioriteringsproceduren er sket via to workshops som beskrevet i kapitel 1. På den ene workshop var der deltagelse af de 4 produktvirksomheder samt brancheforeningen repræsenteret af formanden.

På den anden workshop var et bredt forum inviteret, med bl.a. amter, Arbejdstilsynet, virksomheder samt brancheforeningen.

Referater fra workshoppene kan ses i bilag B.

3.1 Prioritering ud fra livscyklusscreeninger mv.

De emner, som blev præsenteret som resultatet af livscyklusscreeningerne var:

Generelt:

- ☐ Energiforbrug i produktion

Generelt for sandstøbning:

- ☐ Sand til deponi
- ☐ Emission af opløsningsmidler fra bindere

Specielt for støbning af blyholdige emner:

- ☐ Emission af bly

Specielt for trykstøbning og processer i relation til dette:

- ☐ Kemikalier til overfladebehandling
- ☐ Tri til affedtning
- ☐ SF6 til støbning af magnesium
- ☐ Ringe genbrug af magnesium

3.1.1 Energiforbrug

Energiforbruget til fremstilling af støbegods er stort. Hvis man ser på energiforbruget i livscyklusperspektiv skal man også se på f.eks. stort omløb, som betyder at der smeltes en del mere (op til dobbelt så meget), som reelt indgår i produktet. En fremstilling fra Teknologisk Institut viste, at der var meget store variationer i energi- og materialeforbrug for de enkelte støberier. Der er altså mulighed for, at nogle støberier kan reducere deres energiforbrug med mindre forskellene skyldes forskellige produktionsbetingelser samt forskelle i produkter.

Emnet resulterede i to mulige projektforslag:

- ☐ LCA sammenligning af produkter fremstillet vha. støbning og andre formningsprocesser.

- Nøgletal for materiale- og energiforbrug i støberbranchen.

3.1.2 Sand til deponi

Der forbruges store mængder sand til støbning. En stor del af sandet regenereres, men en vis andel bliver deponeret. Nogle virksomheder har fundet aftagere af sandet, mens andre sender til deponi.

Deltagerne på workshoppen fandt ikke, at "overskudssand" udgjorde et væsentligt problem, og der blev derfor ikke opstillet projektforslag.

3.1.3 Emission af opløsningsmidler fra bindere

Bindere samt øvrige tilsætningsstoffer, der anvendes til forme, indeholder store mængder opløsningsmidler (se bilag A). En miljøprofil for et stykke støbegods domineres af bidraget til persistent toksicitet, som stammer fra benzen.

Der findes i dag bindere på markedet, som markedsføres som "grønne", men i praksis har de ofte dårligere egenskaber, eller anvendelsen kan medføre, at sandet vanskeligt kan regenereres.

Der er derfor brug for en vurdering af bindere mht. teknik, miljø og økonomi, så det fastlægges hvornår det kan være en fordel at anvende de alternative bindere.

Projektforslag:

Organiske bindere og tilsætningsstoffer - vurdering af anvendelsesmuligheder i forhold til teknik, miljø og økonomi.

3.1.4 Emission af bly

Ved fremstilling af blyholdige legeringer sker en emission af bly. En del af blyet emitteres gennem skorstenen, resten opsamles i filtre. Jernstøberier har også emission af bly, som stammer fra bly i skrottet. Kan emissionerne reduceres og/eller kan filterstøvet renses for bly og evt. andre tungmetaller, så støvet ikke længere er farligt affald?

Projektforslag:

Tungmetaller - reduktion af emissioner samt reduktion af emissioner i filterstøv.

3.1.5 Kemikalier til overfladebehandling

Specielt for trykstøbning anvendes ofte overfladebehandling, her i blandt Tri til affedtning og krom-forbindelser til belægningen. Tri anvendes for øjeblikket med dispensation, og der er fundet et alternativ. Kemikalier til overfladebehandlingen kan udgøre et miljøproblem, men området er relativt godt styret, og emnet anses ikke at være af generel relevans for branchen. Emnet affødte derfor ingen projektforslag.

3.1.6 SF6 til støbning af magnesium

Svovl-hexafluorid anvendes som beskyttelsesgas ved udstøbning af magnesium. Stoffet har et potentiale til drivhuseffekten, som er 25.000 gange stærkere end CO₂. Imidlertid er der alternativer, og svovl-hexafluorid vil om

kort tid blive udfaset. Det var derfor ikke relevant at formulere et projektforslag om dette.

3.1.7 Ringe genbrug af magnesium

I modsætning til de fleste andre støbte produkter, genvindes magnesium kun i ringe grad. Det skyldes især den ringe udbredelse og emnernes størrelse. Magnesium vil sandsynligvis blive forvekslet med aluminium, hvis der sker en manuel sortering. Hvis emnerne shreds vil der muligvis ske en separation, men effektiviteten er ikke stor. På internationalt plan foregår der forskning på området, og det skønnes ikke at vi kan bidrage med noget væsentligt på området.

3.1.8 Emission af opløsningsmidler fra slipmidler i forbindelse med trykstøbning

Ved trykstøbning anvendes store mængder slipmidler, som indeholder opløsningsmidler. En reduktion af emissionerne anses for at være det væsentligste område for trykstøbning, og emnet blev derfor defineret som et projektforslag:

Projektforslag:

Reduktion af emission af opløsningsmidler (specielt i forbindelse med slipmidler)

3.2 Branchens prioriteringer

Den første workshop resulterede i 5 projektforslag, som blev fremlagt på workshoppens d. 16. januar 2001 (referat fra workshoppens findes i bilag B):

- ☐ Sammenlignende LCA'er af produkter fremstillet vha. støbning og andre formgivningsmetoder samt evt. konkurrerende materialer.
- ☐ Organiske bindere: vurdering af anvendelsesmuligheder i forhold til teknik, miljø og økonomi.
- ☐ Reduktion af emission af opløsningsmidler (specielt i forbindelse med slipmidler)
- ☐ Benchmarking af støberiers energi- og materialeforbrug
- ☐ Tungmetaller: reduktion af emissioner samt reduktion af indhold i filterstøv

Ved den efterfølgende diskussion blev emnet "affaldssand" desuden fremført.

3.2.1 Sammenlignende LCA

Resultatet af diskussionen på workshoppens blev, at fokus blev rettet mod datagrundlaget for LCA, dvs. UMIP-databasen. Der er stort behov for opdatering af data, dels for virksomhederne selv dels for brugere af UMIP-databasen. Virksomhederne kan bruge informationen i forbindelse med miljødokumentation og til deres interne forbedring af miljøpræstationen. Pga. den tætte relation til emnet: benchmarking, blev områderne slået sammen til: Forbedring af datagrundlaget i UMIP-databasen mht. støbeprocesser.

3.2.2 Organiske bindere og tilsætningsstoffer

Emnet blev højt prioriteret og titlen er uændret.

3.2.3 Reduktion af emission af opløsningsmidler fra slipmidler

Emnet er relevant for alle trykstøbere, og området blev prioriteret højt.

3.2.4 Benchmarking

Som nævnt blev emnet slået sammen med LCA.

3.2.5 Tungmetaller

Emnet gik videre som projektforslag.

3.2.6 Affaldssand

Emnet blev rejst og diskuteret. Der var enighed om, at affaldssand udgør en stor affaldsmængde, som virksomhederne i større eller mindre grad afhænder til entrepenører. Et væsentligt problem i denne sammenhæng er en klassificering af sand mht. urenheder (i lighed med det system, der kendes for forurenet jord). En klassificering samt evt. oprettelse af centrale depoter vil gøre det lettere at finde anvendelse for sandet. Emnet er i høj grad politisk, og det blev derfor besluttet ikke at formulere et projekt inden for området. Derimod blev der rejst forslag om at tage initiativ til en sådan klassificering, og emnet vil blive taget op af brancheforeningen.

3.3 Organisering og forankring

Danske Støberiers Brancheforening (DSBF) er centrum for formidling af projekterne, men det er vigtigt at nå ud til en bredere kreds. Trykstøberne er ikke medlemmer af DSBF, og deres medvirken skal sikres. Formidlingen til trykstøberne kan ske via ATV-SEMAPP, som har en ERFA-gruppe inden for trykstøbning. ATV-SEMAPP er et selskab under Akademiet for de Tekniske Videnskaber. Selskabet arrangerer seminarer, tema-møder mv. vedrørende brug af materialer og processer, deres industrielle og teknologiske udnyttelse samt vedrørende produktionsudvikling og ledelse.

Den overordnede styring og koordinering af projekterne varetages af en styregruppe med deltagelse af DSBF samt relevante repræsentanter for projektgrupperne. Formidling af resultater vil bl.a. ske via DSBF's hjemmeside.

4 Forslag til aktiviteter

4.1 Udvalgte områder

På to workshops har Branchen diskuteret indsatsen, og der er foretaget en prioritering.

Følgende områder er udpeget:

- ☐ Organiske binder og tilsætningsstoffer: Overblik over anvendelsesmuligheder mht. teknik, økonomi og miljø
- ☐ Reduktion af emissioner i forbindelse med trykstøbning
- ☐ Forbedring af datagrundlaget i UMIP-databasen mht. støbeprocesser
- ☐ Tungmetaller

Det samlede budget for aktiviteterne er 6,8 mio. kr. Heraf er egenfinansiering 1,5 mio. kr.

4.2 Projektforslag 1: Organiske bindere og tilsætningsstoffer

4.2.1 Oversigtsskema

Beskrivelse	Målbare indikatorer	Målemetoder	Kritiske forudsætninger
<i>Overordnet mål</i> At give støberierne et værktøj til at vælge den organiske binder, der i en given situation er mest optimal miljømæssigt.	At værktøjet bruges	Rundspørge	
<i>Projekt mål</i> At rangordne organiske bindere og tilsætningsstoffer mht. teknik, miljø og økonomi	Værktøjet giver gode råd	Værktøjet giver en god rangordning	At leverandørerne vil give oplysninger om bindemidlernes sammensætning
<i>Resultater</i> En metode til at vurdere organiske bindere og tilsætningsstoffer mht. teknik, miljø og økonomi En målemetode, der kan tilvejebringe de oplysninger, der er nødvendige for metoden	Metoden kan anvendes til rangordning	Afprøvning af metoden	
<i>Aktiviteter</i> At udvikle metode til rangordning At udvikle en simpel målemetode, der giver oplysninger til metoden At foretage rangordning	Der findes en metode til rangordning Der findes en målemetode	Metoden er beskrevet Målemetoden er beskrevet	Det er muligt at foretage en rangordning
<i>Inputs</i> Fase 1: 0,6 mandår Fase 2: 0,9 mandår Virksomhedernes egenfinansiering 0,2 mandår			

4.2.2 Formål

At opbygge et system, hvorved støberierne får mulighed for at vurdere organiske bindere og tilsætningsstoffer mht. deres påvirkning af arbejdsmiljø, emission og affald, således at dette sammen med teknisk formåen og pris kan medtages i en samlet vurdering ved valg af form- og kernebindere og tilsætningsstoffer.

4.2.3 Baggrund

De organiske bindere, i forskellige typer, anvendes som form- og kernebindere i såvel jern- som metalstøberier (ikke i trykstøberier), og de organiske tilsætningsstoffer primært kulmel eller kulmølsesstatninger anvendes i bentonitbundet formsand i jernstøberier.

Disse organiske materialer giver ved udstøbning anledning til udvikling af bl.a. CO og Benzen, der giver anledning til en negativ påvirkning af arbejdsmiljøet. Udviklingen af Benzen emitterer til omgivelserne og giver anledning til den største miljøpåvirkning ved en LCA-vurdering af et støbt produkt.

De organiske materialer giver yderligere anledning til en forurening af affaldssandets forskellige fraktioner med bl.a. Phenoler og PAH'er.

De organiske bindersystemer er de uorganiske (vandglas systemerne) produktionsteknisk og genanvendelsesmæssigt overlegne. Ligeledes anses kulmel pt. for uundværlig ved fremstilling af jernstøbegods i bentonitbundet formsand.

Det kan ikke forventes, at der inden for de næste 5 -10 år vil blive udviklet støberiteknisk, acceptable uorganiske bindersystemer.

Udviklingen af alternativer til kulmel er netop påbegyndt i et EU-projekt med dansk deltagelse.

Bindemiddel producenterne bestræber sig i deres udvikling af de organiske systemer på at gøre disse mere "grønne". Men det drejer sig primært om klassificering i lavere fareklasse og dermed en forbedring af arbejdsmiljøet ved håndtering, blanding og fremstilling af forme og kærner.

Binderens påvirkning af arbejdsmiljø under og efter udstøbning, emission og forurening af affaldssandet, er pt. ikke prioriteret. Det er derfor væsentligt for støberierne, i deres bestræbelse for fremstilling af renere produkter, at kunne sammenligne eksisterende alternative organiske bindersystemer og tilsætningsstoffer, og at kunne vurdere nyudviklede systemer med hensyn til deres påvirkning af arbejdsmiljø, emission og affald.

4.2.4 Indhold

Projektet opdeles i 3 faser:

- A. Udvikling af metode, som på basis af udvalgte emissioner og påvirkninger kan rangordne bindersystemer.
- B. Udvikling af simpel målemetode til vurdering af bindersystemer og tilsætningsstoffers påvirkning af arbejdsmiljøet og emissioner under og efter udstøbning samt deres påvirkning af affaldssand.

C. Udarbejdelse af rangordning og formidling af resultater

Med baggrund i eksisterende data fra europæiske støberiinstitutter og binderproducenter/leverandører opstilles et system til rankning af de på markedet eksisterende væsentligste organiske bindere og tilsætningsstoffer.

Rankningen foretages ud fra systemernes udvikling af Benzen ved udstøbning af forskellige legeringer (stål, jern, Cu-legering, Aluminium).

Ligeledes foretages en rankning for specielle gasser ved udstøbning, hvis bindersystemets sammensætning lader formode, at dette kan være tilfældet. Fx SO₂ ved svovlholdige hærde i syrehærdende systemer.

Der foretages ligeledes en rankning ud fra systemernes bidrag til forureningen af affaldssandets fraktioner med Phenoler og PAH'er.

Det vurderes ligeledes, om systemet kan vand og/eller spritsværes.

For at give støberierne mulighed for at vurdere nye eller modificerede organiske bindere og tilsætningsstoffer udvikles en simpel metode, der ved en standardiseret form fremstillet vha. den nye binder og/eller med det nye tilsætningsstof, kan bestemme Benzen og andre specialgasser ved støbning af aktuel legering.

Efter udslagning foretages analyse af Phenoler og PAH'er i sandet efter standardiseret metode.

4.2.5 Aktører

Projektet gennemføres i et konsortium bestående af:

- ☐ Støberiinstitut
- ☐ Organisk/kemisk analyseinstitut
- ☐ 2 jernstøberier (kemisk bundet formsand og bentonitbundet formsand)
- ☐ 1 Cu-baseret støberi (kemisk bundet sand)
- ☐ 1 Al-støberi (kemisk bundet sand)
- ☐ 1 bindemiddel producent
- ☐ Arbejdstilsynet
- ☐ Miljøstyrelsen

4.2.6 Ressourcer

Fase A vurderes til at have et ressourceforbrug på ca. 600.000 kr. til konsulentassistance

Fase B og C vurderes at have et ressourceforbrug på ca. 900.000 kr. til konsulentassistance. Dertil kommer støberiernes egenindsats på ca. 200.000 kr.

Projektet har en synergi til projektet vedrørende LCA, idet de tilvejebragte data vil indgå i LCA-databasen.

4.2.7 Tidsplan og milepæle

Projektet forventes at strække sig over en 2½-årig periode.

Ved projektets afslutning foreligger et system, der vil sætte det enkelte støberi i stand til at vurdere de anvendte, mulige alternative og nye organiske bindere og tilsætningsstoffer mht. deres miljømæssige forhold.

En simpel metode for vurdering af nye og/eller modificerede bindere og/eller tilsætningsstoffers udvikling af udvalgte gasser ved støbning og analyse af Phenoler og PAH'er i "affaldssand" vil være udviklet og afprøvet.

Det er en forudsætning, specielt for fase A, at bindemiddel producenterne er åbne med hensyn til informationer om bindemidlernes sammensætning.

4.3 Projektforslag: Forbedring af datagrundlaget til UMIP-databasen mht. støbeprocesser

Det nuværende datagrundlag for støberi-processer er forældet og for unuanceret. Datagrundlaget skal forbedres, så der dels er data for flere forskellige kombinationer af støbeprocesser og materialer, dels at data opdateret mht. de energi- og materialeforbrug, der bruges i dag.

4.3.1 Oversigtsskema

Beskrivelse	Målbare indikatorer	Målemetoder	Kritiske forudsætninger
<i>Overordnet mål</i> At give virksomheder mm. et bedre grundlag for at arbejde med LCA inden for støbte produkter	LCA-data bruges	Spørgeskema	
<i>Projekt mål</i> Forbedring af datagrundlaget til UMIP-databasen mht. støbning af jern- og metal.	Data svarer bedre til de faktiske forhold	Stikprøve	Virksomhederne er villige til at levere data
<i>Resultater</i> Oprettelse af skema til indtastning af data Indsamlede data Fortolkning og beskrivelse af data			
<i>Aktiviteter</i> At udvælge relevante processer og materialer At udforme skema til opsamling af oplysninger At definere målemetoder for indsamling af data At indsamle data At kvalitetsvurdere indsamlede data At bearbejde data til UMIP-format At fortolke data At formidle data	Rapport Skema Data i UMIP-format Seminar	Seminar afholdt	
<i>Inputs</i> Virksomheder: 0,5 mandår Rådgivere, LCA: 1 mandår Rådgivere, Støberiteknik: 0,1 mandår Budget ca. 1,5 mio. kr incl. Egenfinansiering i form af virksomhedernes bidrag			

4.3.2 Formål

Formålet er at forbedre de eksisterende LCA-data samt at udbygge dem til at omfatte flere forskellige materialer og processer. Desuden er der behov for en opdatering af UMIP-databasen, da data kan være forældede.

4.3.3 Baggrund

UMIP PC-værktøjet med den tilhørende database er i dag det fremherskende værktøj til livscyklusvurderinger i Danmark. Imidlertid er data på støberiområdet ret begrænsede og desuden af ældre dato. Der findes tre processer i databasen:

Sandstøbning af støbejern
Trykstøbning af aluminium
Trykstøbning af zink

Data blev indsamlet i starten af 90'erne i forbindelse med UMIP-projektet, som bl.a. omfattede livscyklusvurdering af 5 industriprodukter fremstillet på danske virksomheder.

For nogle processer er der sket væsentlige teknologiske ændringer siden det tidspunkt, da data blev indsamlet, og der er desuden behov for at se på langt flere processer.

Livscyklusvurdering er i dag et anerkendt værktøj til f.eks. prioritering af miljøindsats på virksomheden eller dokumentation for markedsføring af ”rene” produkter. Det er imidlertid en forudsætning, at data er til stede og at de er opdaterede og af tilstrækkelig kvalitet.

En lang række brancher har erkendt dette behov og har fremstillet gode LCA-data. Det gælder f.eks. for plastindustrien (APME), stålindustrien (IISI) samt producenter af rustfrit stål (EUROFER) og aluminiumindustrien (EEA). På nationalt plan er data for elektricitetsproduktion for nylig blevet opdateret og tekstilbranchen var blandt de første brancher til at opbygge en brancheorienteret database. Der er imidlertid også initiativer på mange andre fronter.

Støbning af jern- og metal har været anset for at være ”forurenende” processer, uden at der har været tilstrækkelig dokumentation for påstandene. En opdatering og forbedring af datagrundlaget til UMIP-databasen vil være et væsentligt led i virksomhedernes miljøarbejde og kunne anvendes som reference til forbedring.

Det er en forudsætning for troværdigheden af data, at de kvalitetssikres og at indsamlingen foregår på en nøje fastsat måde. Desuden bør data vedligeholdes. Dette kan ske ved anvendelse af f.eks. elektroniske dataskemaer, som opdateres jævnlige. Selve indsamlingen kan koordineres af DI, for at sikre uvildighed.

4.3.4 Indhold

Projektet opdeles i fire faser:

1. Udvalgelse af relevante processer
2. Indsamling af data

3. Kvalitetsvurdering af data
4. Fortolkning af data

4.3.4.1 Udvælgelse af relevante processer

Der skal udvælges et antal processer indenfor sandstøbning og trykstøbning. Sandstøbning opdeles yderligere og der skal tages hensyn til forskelle i materialeforbrug og emissioner ved støbning af forskellige materialer.

4.3.4.2 Indsamling af data

I forbindelse med indsamling af data skal der opstilles et skema. Desuden skal der defineres målemetoder, som skal bruges ved indsamlingen. Indsamlingen af data følges og vurderes.

4.3.4.3 Kvalitetsvurdering af data

Alle indsamlede data underkastes en kvalitetssikring både i forhold til rimelighed og i forbindelse med indtastning i UMIP-databasen.

4.3.4.4 Fortolkning af data

Der foretages et antal beregninger på data, som vurderes og forhold som usikkerhed og repræsentativitet beskrives. Fasen rapporteres i form af en vejledning, som dels rummer beskrivelser af processerne dels viser eksempler på anvendelse af data.

Fasen afsluttes med en formidling/fremvisning af data for branchen.

4.3.5 Aktører

For at sikre anvendeligheden af data, bør hovedparten af branchen bidrage til databasen. Den LCA-faglige ekspertise skal sikre, at data indsamles på en hensigtsmæssig måde, at data formidles fornuftigt og at beskrivelsen af data lever op til gældende krav.

Den støberitekniske ekspertise skal sikre, at udvælgelsen af materialer og processer er relevant og medvirke ved kvalitetssikringen af data.

Projektforslaget er relateret til ”tungmetaller”, ”slipmidler” og ”organiske bindere og tilsætningsstoffer”, og der vil være en erfaringsudveksling mellem disse projekter.

4.3.6 Ressourcer

Med det skitserede timeforbrug anslås budgettet at være 1,5 mio. kr (incl. Virksomhedernes egenfinansiering). Det ansøgte beløb er til konsulenter mv. er 1 mio. kr.

4.3.7 Tidsplan og milepæle

Projektet kan gennemføres inden for en tidsramme på 2 år.

Ved projektets afslutning foreligger LCA-data for et udvalg af processer og materialer. De data, som er fundet i forbindelse med de tre øvrige projekter indgår i datamaterialet. De frembragte LCA-data er et godt grundlag for virksomhedernes videre miljøarbejde i forbindelse med prioritering af aktiviteter og evt. miljødokumentation.

Det er en forudsætning, at virksomhederne er villige til at levere data, og at der er bred tilslutning fra branchen.

4.4 Projektforslag 3: emission af opløsningsmidler fra slipmidler

Beskrivelse	Målbare indikatorer	Målemetoder	Kritiske forudsætninger
<i>Overordnet mål</i> At reducere emission af miljøskadende stoffer ved fremstilling af trykstøbte produkter			
<i>Projekt mål</i> Reduktion af emissioner fra slip- samt smøremidler i forbindelse med trykstøbning	Emission af udvalgte stoffer	Måling af emission	Muligt at identificere kilder til emission af f.eks. PAH
<i>Resultater</i> Overblik over emissioner fra slipmidler mv. i hele trykstøbeforløbet Metode til reduktion af emissioner	Undersøgelse af slipmidler mht. teknik og miljø Metoden er beskrevet	Metoden er afprøvet	Muligt at få oplysninger om slipmidlers sammensætning fra leverandør
Aktiviteter At foretage en teknisk og miljømæssig undersøgelse af slipmidler mv. At udpege kilderne til emissionerne At foretage en modifikation af eksisterende slipmidler eller tilhørende processer	Der er defineret tekniske og miljømæssige parametre Kilder er fundet Der er foretaget en modifikation	Definitionen findes	Det er muligt at finde kilder Det er muligt at modificere eksisterende midler eller processer
<i>Inputs</i> 1,1 mandår			

4.4.1 Formål

Formålet med projektet er at reducere emissionerne af miljøskadende stoffer ved trykstøbeprocessen, primært fra påføring af slipmiddel, dels under og dels efter støbeprocessen.

De mest anvendte flydende og pulverformede slipmidler i branchen undersøges med henblik på en miljømæssig, teknisk og økonomisk produktvurdering.

Hvis undersøgelsens resultater ikke kan pege på et egnet eksisterende produkt, er det formålet, at modificere et eksisterende slipmiddel, således at dette kan opfylde de miljømæssige, tekniske og økonomiske krav, som branchen stiller.

4.4.2 Baggrund

Trykstøberier anvender flydende slipmidler i forbindelse med fremstilling af aluminium og magnesium støbegods. Slipmidlerne, som er baseret på olier og andre additiver, er emulgeret i vand. Ved påføring af slipmidlet, på de op til 250°C varme værktøjer, opstår der betydelige arbejds- og eksterne

miljøproblemer i form af olieholdige aerosoler og dampe samt olieholdig affald i form af kondenserede slipmidler.

Endelig er slipmiddelrester, som kommer i kontakt med det flydende metal, årsag til dannelse af gasser. Afhængig af slipmidlernes sammensætning, kan disse være årsag til dannelse af PAH'er.

Det er muligt, at der også dannes PAH'er for stempelsmøremidler, som anvendes til smøring af støbmaskinens trykstempel, og fra de termiske olier til opvarmning (temperering) af værktøjer.

Udover slipfunktionen har slipmidlet også en kølefunktion. Ved påføring af den vandige væske afkøles værktøjet. Derved forhindres en overhedning af værktøjsoverfladen. En overhedning kan bl.a. forårsage en fastklæbning af det støbte emne i værktøjet. Samtidig forlænges værktøjets levetid.

Forsøg med pulverformet slipmiddel på et dansk trykstøberi viste, at materialet er teknisk egnet. Forsøget viste dog, at slipmidlet kun er begrænset anvendeligt, idet de eksisterende værktøjers køling primært fokuserer på det flydende slipmiddels køleeffekt.

Anvendelsen af et pulverformet slipmiddel vil derfor kræve, at værktøjerne forsynes med et effektiv kølekanalsystem eller taktiden skal forøges betydelig. Dette vil medføre væsentlig højere værktøjsudgifter eller en betydelig forøgelse af produktionstiden.

4.4.3 Indhold

Det grundlæggende indhold i projektet er at identificere, hvor de uønskede emissioner stammer fra, og dernæst at finde en metode til at undgå dem. Fase 1 og 2 er kortlægninger af hhv. væskeformede og pulverformede slipmidler mht. teknik og miljø.

I fase 3 opstilles muligheder for at reducere emissionerne under hensyntagen til økonomiske omkostninger og eventuelle tekniske problemer.

Fase 1

Fase 1 skal omfatte en teknisk og miljømæssig undersøgelse af de slipmidler på væskebasis, der findes på markedet. Undersøgelsen skal fokusere på dannede emissioner samt på tekniske specifikationer for godset og værktøjets levetid.

Fase 1 skal derudover også omfatte en miljømæssig undersøgelse af stempelsmøremidler og termiske olier. Undersøgelsen har til formål at undersøge om materialerne udvikler PAH'er i opvarmet tilstand, hhv. kontakt med flydende metal.

Fase 2

Fase 2 skal omfatte en teknisk- og miljømæssig undersøgelse af de pulverbaserede slipmidler på markedet efter samme fremgangsmåde som ved de flydende slipmidler.

Hvis pulverbaserede slipmidler skal kunne anvendes, kræves alternative kølingsmetoder. Muligheder for at opnå alternativ køling undersøges.

Fasen afsluttes med sammenligning af de flydende og pulverformede slipmidler.

Fase 3

I fase 3 ses på de mulige løsninger til reduktion af emissioner, samt hvilke økonomiske og tekniske forudsætninger, der kræves.

Derudover skal der i fase 3 undersøges forskellige påføringsteknikker med henblik på en minimering af forbruget og dannelse af aerosoler.

Endelig skal udviklingen tage højde for muligheden for genanvendelse af slipmiddelspildet.

4.4.4 Aktører

Projektet gennemføres af et konsortium bestående af følgende:

- ☐ Støberiinstitut
- ☐ Kemisk analyseinstitut
- ☐ 1 trykstøberi med stor produktion
- ☐ 1 trykstøberi med lille produktion
- ☐ 1 slipmiddelproducent
- ☐ Arbejdstilsynet

4.4.5 Ressourcer

Udgifterne til faserne 1, 2 og 3 anslås til:

Fase 1	Kr.	600.000,-
Fase 2	Kr.	600.000,-
Fase 3	Kr.	400.000,-
Udgifter i alt	Kr.	1.600.000,-

Heraf forventes egenfinansiering på 300.000,-kr fra virksomhederne.

4.4.6 Tidsplan og milepæle

Tidsplan

Projektet kan påbegyndes i 4. kvartal 2001, og forventes afsluttet i 1. kvartal 2004.

Milepæl

Viser undersøgelsesresultaterne fra fase 1 og 2, at der allerede findes et slipmiddel på markedet, som er miljømæssigt, teknisk og økonomisk forsvarligt, gennemføres fase 3 ikke.

4.5 Projektforslag 4: Reduktion af emission af tungmetaller

Beskrivelse	Målbare indikatorer	Målemetoder	Kritiske forudsætninger
<i>Overordnet mål</i> Reduktion af tungmetalbelastningen i forbindelse med produktion af støbegods	Måling af specifikke emissioner/indhold		Indhold af tungmetal i råvarer er aftagende eller konstant
<i>Projekt mål</i> At identificere kilder til tungmetalbelastningen samt at give løsninger til reduktion	Løsningsforslag reducerer belastningen	Afprøvning af løsningsforslag	Det er muligt at fremkomme med løsningsforslag
<i>Resultater</i> Kortlægning af kilder til tungmetal Løsningsforslag	Kortlægning udført Løsningsforslag findes		Virksomhederne er villige til at deltage og give oplysninger
<i>Aktiviteter</i> At afgrænse undersøgelse mht. tungmetaller At udvælge relevante virksomheder, materialer og processer At udpege kilder til belastning At vurdere mængder At finde løsningsforslag	Der er udpeget relevante virksomheder/processer/materialer		
<i>Inputs</i> Ca. 2 mandår			

4.5.1 Formål

At skabe overblik over hvordan tungmetalbelastningen fordeler sig set i relation til de legeringer, der håndteres og de processer de enkelte støberier bruger. Dermed er det muligt at anvise specifikke løsninger på eventuelle problemer i de enkelte støberier.

4.5.2 Baggrund

Tungmetaller giver problemer i form af emissioner til arbejdsmiljø og ydre miljø. Desuden forurenes affaldssandet, hvilket gør det dyrt og besværligt at deponere affaldssandet forsvarligt. Tungmetallerne stammer fra råvarerne, enten som ønskede eller uønskede stoffer, og mængden af metaller der findes i form af emissioner til luft eller i affaldet er stærkt afhængig af, hvilke fremstillingsprocesser støberierne bruger.

Det er kendt at kobber-baserede legeringer ofte indeholder bly, og derfor beskyttes medarbejdere og miljøet mod blyforurening. Ved brug af de rette beskyttelsesmidler kan det undgås at medarbejderne udsættes for en blybelastning, der overskrider grænseværdierne.

Der er ligeledes mulighed for at mangan giver problemer visse steder. Omfanget af denne belastning er ikke kendt. En del af problemet er, at der ophobes mangan i stålskrot. Dette genbruges i jernstøberierne. Her er man ikke interesseret i at have mangan, men det findes (i nogle tilfælde i så store mængder at man må fortynde med råjern).

Herudover kan der være problemer med andre tungmetaller, men det vides ikke præcist, hvilke andre tungmetaller der optræder i de danske støberier. Der er derfor behov for at få overblik over, hvilke former, metallerne optræder i og hvordan de skal håndteres, hvis de udgør et miljøproblem. Hvilke mængder findes de i, og hvad er sammenhængen mellem emissioner og legeringer, processer og produkter.

Alle støberier kan ikke behandles ens i forhold til tungmetaller. Man må dele støberierne op efter legeringer, størrelse, processer etc. Det er ikke nok at skelne mellem jern- og metalstøberier.

4.5.3 Indhold

Projektet opdeles i tre faser:

1) Afgrænsning af projektet mht. tungmetaller og udvælgelse af relevante virksomheder, materialer og processer.

Projektet starter med en afgrænsning af, hvilke metaller og forbindelser, der skal medtages i kortlægningen. Herefter udvælges virksomheder, som repræsenterer disse stoffer. Konkret gennemgang af virksomheder er nødvendig for at finde de processer, som forårsager tungmetalbelastningen.

1) Udpegning af kilder til tungmetalbelastning samt mængde
Kilderne til tungmetalbelastningen fastlægges i de udvalgte virksomheder. Kilder skal forstås som enkeltprocesser eller tilsætning af specifikke hjælpestoffer. Mængderne skal estimeres på nationalt plan.

2) Der findes løsninger til begrænsning af emissionerne i konkrete tilfælde. Der foretages en afvejning mellem mængder, giftighed samt konsekvenser for miljøet for at finde frem til en række prioriterede problemstillinger. For hver problemstilling søges en løsning. Så vidt det er muligt implementeres løsninger, og effekten vurderes.

4.5.4 Aktører

Danske Støberiers Brancheforening: virksomheder
Konsulenter med viden om støberiteknik, metallurgi, arbejdsmiljø og ydre miljø.
BST.
Amtslige miljømyndigheder.

4.5.5 Ressourcer

Budget 2 mio. kr. Heraf egenfinansiering 0,5 mio. kr i form af virksomhedernes deltagelse.

4.5.6 Tidsplan og milepæle

Projektet skal løbe over to år.

Mængder og kilder til tungmetalbelastning identificeres, og der opstilles løsningsforslag til reduktion af belastningen.

5 Referencer

UMIP PC-værktøj, version 2.11, 1999. Miljøstyrelsen.

WENZEL H, HAUSCHILD M OG RASMUSSEN E (1996): Miljøvurdering af Produkter. Miljøstyrelsen og Dansk Industri, København.

1 Miljøaspekter for støbte produkter

Der er udført miljøvurderinger med udgangspunkt i MEKA-skemaet for 7 udvalgte produkter.

1.1 Livscyklustankegangen

Livscyklustankegangen betyder, at et produkt følges i hele dets livscyklus, dvs. fra vugge til grav. For produkterne i dette projekt betyder det, at man starter ved udvinding af metallet og ender med omsmelting til genvinding.

En miljøvurdering, som bygger på livscyklustankegangen, kan udføres på flere forskellige niveauer. Til nogle anvendelser er det nødvendigt at medtage de specifikke emissioner for det pågældende produkt, mens det i andre anvendelser er tilstrækkeligt at anvende generelle data, dvs. data som ikke er opgjort for det specifikke produkt, men som kan findes i databaser eller i litteraturen.

I denne sammenhæng er det ikke formålet at lave en specifik opgørelse af de enkelte produkter, men derimod at anvende miljøvurderingerne til at skabe et overblik over branchens miljøbelastninger. Det er derfor ikke nødvendigt, og heller ikke overkommeligt inden for tidsrammen, at lave detaljerede miljøvurderinger.

1.1.1 MEKA-princippet

Livscyklus-screeningerne i dette projekt tager udgangspunkt i MEKA-princippet, som er udviklet i forbindelse med UMIP-projektet (1). Her blev det brugt til at skabe overblik ved at systematisere og forenkle miljøvurderingens resultater. MEKA-princippet er senere videreudviklet til brug for landets TIC-centre (2). Kort fortalt består metoden i, at man inddeler miljøpåvirkninger og ressourceforbrug i hele produktets levetid, efter de kilder, de stammer fra:

- **Materialer**, udtrykker produktets ressourceforbrug (forbrug af materialer og det deraf følgende forbrug af råstoffer og generering af affald).
- **Energi**, repræsenterer flere væsentlige forureningsbidrag (bidrag til drivhuseffekten, ”smog”, forsuring samt næringssaltsbelastning i form af kvælstofoxider).
- **Kemikalier**, med fokus på selve kemikalierne og deres miljøbelastende egenskaber (anvendelse af kemikalier der potentielt kan have giftige virkninger på miljø og mennesker).
- **Andet** medtager væsentlig forhold der ikke indgår i ovenstående (f.eks. støj og ikke-kemikalierelateret arbejdsmiljø).

Fordelen ved denne inddeling er, at den stort set er dækkende for miljøbelastningen af et produkt. Samtidig kan man med nogle få

præciseringer opdele de potentielle ressource- og miljøproblemer i kategorier uden væsentlige overlap, hvorved miljøproblemerne kan beskrives på en overskuelig måde.

Ved praktisk anvendelse af MEKA-princippet benyttes det såkaldte MEKA-skema (se skema 1). MEKA-skemaet udfyldes som en bruttoliste over produktets ressourceforbrug og miljøpåvirkning med livscyklusfaserne som kolonner og de 4 kilder til miljøpåvirkninger (materialer, energi, kemikalier og andet) som rækker. I MEKA-skemaet angives kun hvilke stoffer og processer, der er tale om, mens mængdeangivelserne angives i et overskueligt skema i tilknytning til MEKA-skemaet.

Fase/ Parameter	Materialer	Produktion	Brug	Bortskaffels e	Transport
Materialer					
Energi					
Kemikalier					
Andet					

Skema 1: MEKA-skemaet, som anvendes til livscyklus-screeningen.

I MEKA-skemaet er alle råvarer, hvor der er lagt vægt på ressourceforbruget medtaget under rækken materialer, mens alle råvarer, der er forsynet med CAS nr., er medtaget under kemikalier. Det vil ofte kunne diskuteres, om et konkret stof hører under den ene eller den anden række, men det vigtigste er, at man foretager et konsekvent valg med hensyn til hvor man placerer stoffet.

Hjælpestoffer er stoffer, der anvendes i fremstillingsprocessen, men som ikke indgår i det færdige produkt. Tilsætningsstoffer er derimod stoffer, som indgår i produktet. Både hjælpestoffer og tilsætningsstoffer er medtaget i MEKA-skemaet efter ovennævnte principper.

Under rækken energi er medtaget alle bidrag til energiforbrug i produktets livscyklus, uanset det drejer sig om energiindhold i råvarer, kemiske stoffer eller anvendte energiråstoffer til fremstillingsprocessen.

Livscyklus-screeningen adskiller sig fra den almindelige livscyklusvurdering (LCA) ved at dataindsamlingen er begrænset, fordi der primært ses på indgående strømme (materialer, energi og hjælpestoffer).

Efter analyse af de i MEKA-skemaet medtagne elementer fremhæves med fede typer de elementer, der har særlig betydning for den miljømæssige vurdering af produktet.

For dataindsamling er der i tidligere anvendelser af MEKA-princippet (2) defineret nogle minimumskrav til udfyldelse af MEKA-skemaet, men der er mulighed for at indføre yderligere data. Minimumskravet er oplysninger om materialeforbruget fra en stykliste eller tilsvarende.

Ved screeningen er forbruget af materialer, energi og kemiske stoffer til fremstilling af maskiner og formværktøj ikke medtaget, men energi til driften er medregnet. Maskiner til støbte produkter har typisk en holdbarhed på en længere årrække eller kan producere et stort antal produkter. Den lange holdbarhed indikerer, at fremstilling af maskinerne er af relativ lille betydning, når man indregner det store antal produkter, der er produceret, og som stadig vil kunne produceres med maskinparken.

Tilsvarende gælder produktionsbygningerne, som heller ikke er medregnet i opgørelsen udover elforbruget til belysning og ventilation samt energiforbrug til opvarmning og intern transport.

1.1.1.1 Materialeforbrug

Under materialer er der anvendt offentliggjorte data om ressourceforbrug og miljøbelastning ved fremstilling. På det punkt adskiller screeningen sig fra en egentlig livscyklusopgørelse af ressourceforbruget, der bruger mere avancerede opgørelsesprincipper, og som omregner til både ressourcetræk og miljøpåvirkninger.

1.1.1.2 Energiopgørelse

Energi angives som primær energi (MJ), det vil sige brændværdien af de energiressourcer, der medgår til levere en given mængde energi hos forbrugeren. Herved tages der hensyn til effektivitet i f.eks. kraftværker og andre energiforsyningssystemer (3).

Data for fjerntransport med lastbil er typisk mindre end 1 MJ pr ton pr km, men 3 gange højere ved nærtransport. I de undersøgte produkter anvendes 1 MJ som et skønnet gennemsnit, da der overvejende er tale om fjerntransport af råvarer og færdigprodukter til hele Europa.

1.1.1.3 Kemikalier

Det er svært at forenkle en miljøvurdering af kemikalier. Ved livscyklussceenerne er der taget udgangspunkt i oplysningerne i produktdatablade for de anvendte produkter. Heri oplyses det, om der indgår kemiske stoffer, som optræder på Miljøstyrelsens liste over farlige stoffer, listen over uønskede stoffer eller effektlisten (4,5,6). Desuden skal det fremgå af produktdatabladene, hvis stofferne optræder på Arbejdstilsynets grænseværdiliste.

1.1.1.4 Andet

Rækken "andet" dækker alle de forhold, som ikke er dækket i det foregående. Det vil typisk være arbejdsmiljøproblemer, som ikke handler om kemikalier, f.eks. støj og ensidigt gentaget arbejde. Rækken kan også bruges til at udtrykke en risiko, f.eks. risiko for eksplosion eller skoldning.

1.2 Produktfamilier

Et andet princip, som er anvendt i forbindelse med projektet, er produktfamilie-konceptet. Dette koncept bygger på, at produkter kan inddeles i familier, og miljøvurderinger udført på et medlem af familien kan generaliseres til at omfatte hele familien.

1.3 Udvælgelse af produkter

Udvælgelsen af produkter er baseret på produktfamiliekonceptet. De familier, som støberibranchens produkter omfatter, er primært karakteriseret ved:

- ☐ Materiale
- ☐ proces

De valgte materialer og processer er:

Materialer	Processer
Gråt støbejern	Sandstøbning: Maskinformning
SG-jern	Sandstøbning: Håndformning og maskinformning
Aluminium	Trykstøbning
Magnesium	Trykstøbning
Rødgods	Sandstøbning
Aluminiumbronze	Sandstøbning

De valgte produkter dækker størsteparten af branchens produkter. Herudover støbes zink og der anvendes kokillestøbning. Indenfor sandstøbning skelnes mellem kemisk bundet sand og bentonitbundet sand. Kemisk bundet sand er repræsenteret af produkterne i rødgods og aluminiumbronze, mens gråt støbejern og SG-jern anvender både kemisk bundet sand og bentonitbundet sand.

1.4 Funktionel enhed

Den funktionelle enhed for de enkelte produkter svarer til hvert enkelt emne.

I livscyklusscreeningerne er der udelukkende set på de konkrete produkter, dvs. ikke den sammenhæng de indgår i. For trinbrættet til lastbilen er der f.eks. ikke taget hensyn til, om trinbrættet pga. sin vægt bidrager til at øge eller reducere brændstofforbruget af lastbilen. Dette er kun relevant at vurdere ved en egentlig sammenligning.

Der er heller ikke foretaget en "normalisering" mht. vægt, så alle produkter er vurderet pr. kg. Dette vurderes ikke at være relevant i denne sammenhæng, da vi taler om relative belastninger.

1.5 Datagrundlag

Datagrundlaget for livscyklusscreeningerne er virksomhedernes egne oplysninger, virksomhedernes grønne regnskaber samt sikkerheds- og datablade for anvendte hjælpestoffer og kemikalier.

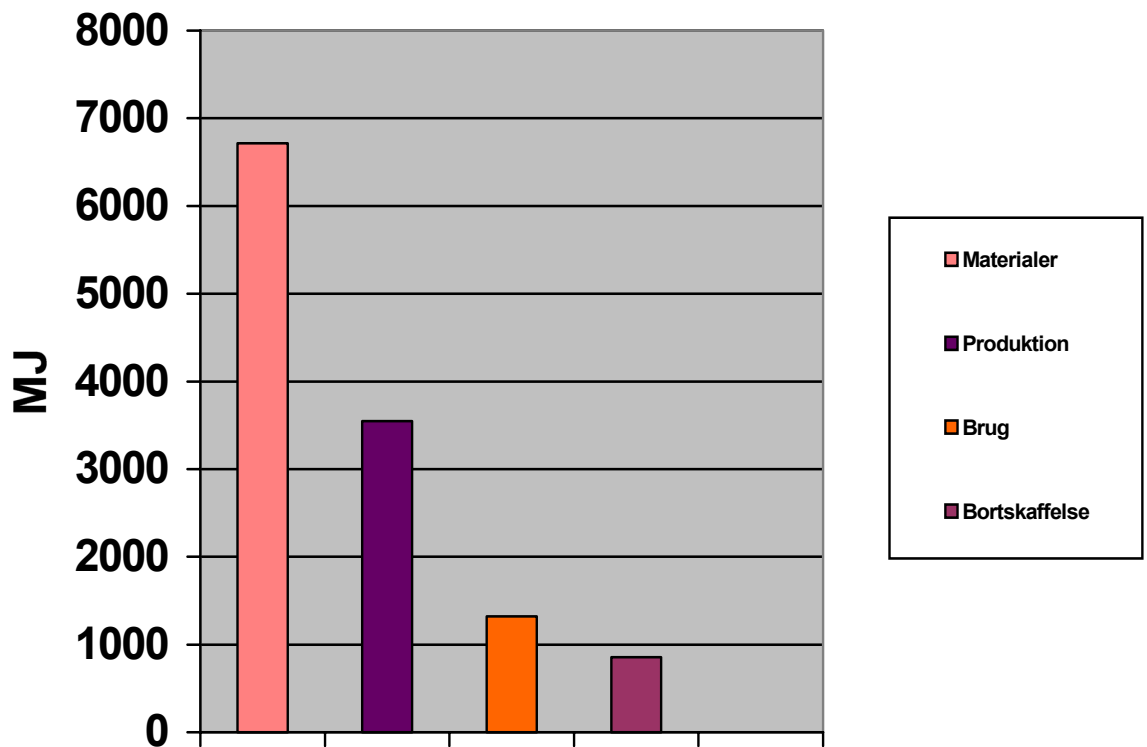
1.6 Resultater

Resultaterne præsenteres som MEKA-skemaer med tilhørende energiprofiler. Der opgives ikke eksakte energiforbrug og specifikke mængder i skemaerne, men værdierne blev oplyst af virksomhederne, og de er indgået i den samlede vurdering af miljøbelastningerne i branchen.

1.6.1 SG-jern, håndformet, sandstøbning

Cylinderdæksel SG-jern 395 kg, smeltevægt 540 kg

	Materiale-fasen	Produktions-fasen	Brugs-fasen	Bortskaffelsesfasen	Trans-port fasen
Materialer	Råjern (45%) Stålskrot Returjern FeSiMg	Sand til form (regenereres) Stålhagl Slibeskiver Affald: sandstøv	Fjernes 24% materiale Godskrivning af materiale (spåner)	Godskrivning af råjern	
Energi	Energi til fremstilling af materialer	Energi til smeltning, varmholdning mv.	Godskrivning af energi til fremstilling af materiale (spåner) Energi til omsmeltning af småner Energi til småntagning	95% genbrug Energi til omsmeltning af Udtjent produkt	Ingen oplysninger
Kemikalier		Binder Syre sværte Til kærner: Coldbox binder Katalysator Furan binder PTS syre Emission af: isopropylalkohol NH3	Forbrug af køle/smøremiddel Fosfindampe ved bearbejdning		
Andet		Emission af støv (Mg-holdigt)			



Energiprofil for sandstøbt, håndformet SG-jern

1.6.1.1 Materialer

Fremstilling af SG-jern er karakteriseret ved forbrug af råjern (ca. 50%) samt tilsætning af magnesium i form af FeSiMg.

Der udstøbes ca. 37% mere støbejern, end det færdige emne vejer. Desuden fjernes ca. 24% af emnet ved spåntagende bearbejdning.

Der anvendes kemisk bundet sand. Hovedparten af sandet recirkuleres, men en del nyt sand tilføres hver gang, hvilket betyder, at tilsvarende mængder nedbrudt formsand ender som affald.

1.6.1.2 Energi

Energiforbruget er den af de dominerende kilder til miljøbelastning. Hertil kommer, at det, der fjernes ved hhv. indløb og som spåner naturligvis genanvendes, men med større energiforbrug som konsekvens.

Set over livsforløbet er energiforbruget til fremstilling af materialer større end energiforbruget på støberiet (produktionsfasen). Brugsfasen, hvor bearbejdning foretages, er ikke uvæsentlig. For transport var der ingen oplysninger.

1.6.1.3 Kemikalier

Der anvendes bindere med indhold af bl.a. furan. Der er emission af isopropylalkohol og ammoniak. Kun ammoniak og isopropyl er optaget på listen over farlige stoffer (sidstnævnte pga. brandfare).

Ved bearbejdning afdampes fosfiner bl.a. pga. fosfor i støbegodset.

Der anvendes bindere, som indeholder samt sandsynligvis udsender problematiske stoffer.

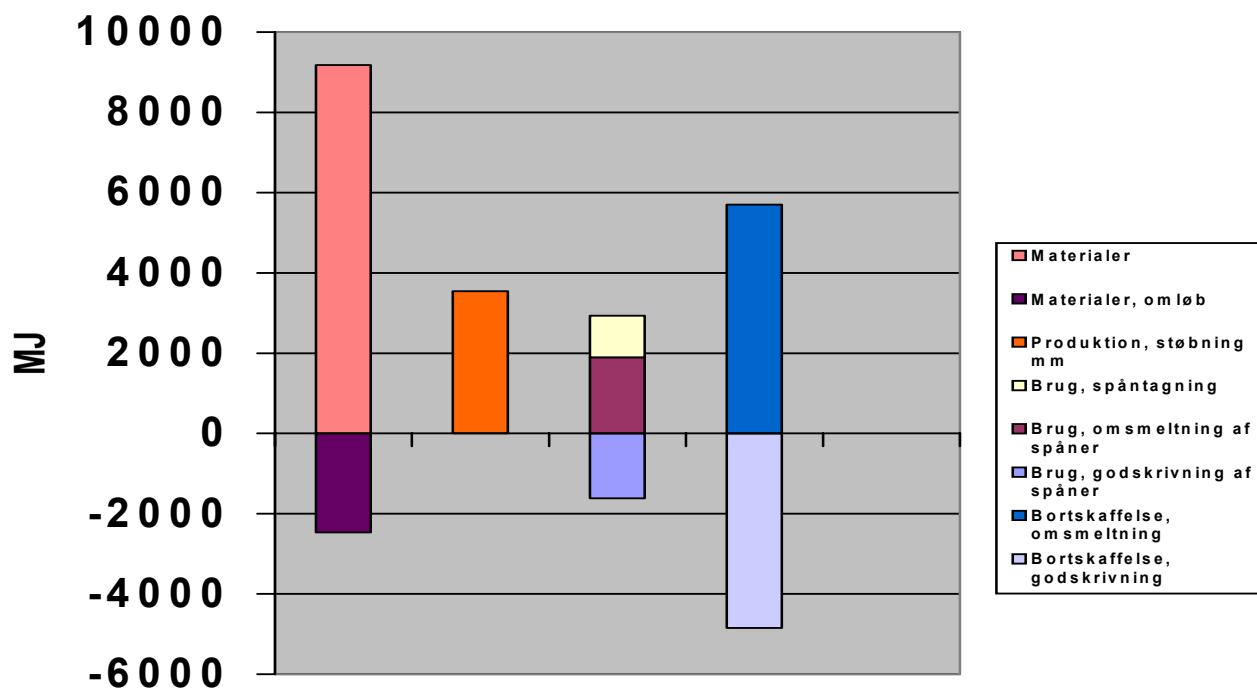
1.6.1.4 Andet

Emission af støv er nævnt. Det er ikke muligt at afgøre, om støvet har en væsentlig helbredsmæssig effekt.

1.6.2 SG-jern, maskinformet, sandstøbning

Støbt vægt: 11 kg
Smeltevægt 13,94 kg

	Materiale-fasen	Produktions-fasen	Brugs-fasen	Bortskaffelses-fasen	Transport-fasen
Materialer	Stålskrot (eget og eksternt) Råjern 60% FeSiMg	Sand (recirk) 8,2% nysand 5,8% bentonit Affald: Støv fra filtre Nedbrudt formsand	9% fjernelse af materiale v. bearbejdning Godskrivning af materiale fra spåntagning	Godskrivning for genvinding af udtjent produkt	
Energi	Energi til fremstilling af materialer	Energi til smeltning mv. Energi til glødning	Energi til spåntagning Energi til omsmeltning af spåner Godskrivning af energi til fremstilling af materialer (spåner)	95% genbrug Godskrivning af energi til fremstilling af materiale (udtjent produkt)	6710 kgkm 6,71 MJ
Kemikalier		Slipmiddel Coldboks Koag til afslagning			
Andet		Smelterøg (Mg)			



Energiprofil for SG-jern, maskinformet

1.6.2.1 Materialer

Materialeforbruget er tilsvarende for håndformet SG-jern, dvs. en stor mængde råjern samt skrot. Der anvendes bentonit samt en vis mængde nysand i processen. Fjernelsen af materiale ved spåntagning er lille

Affaldet udgøres af støv fra filtre samt nedbrudt formsand.

1.6.2.2 Energi

Energiforbruget til fremstilling af materialer er det største. Der smeltes ca. 30% mere end vægten af det støbte gods. Bidraget til transport er neglignibelt.

1.6.2.3 Kemikalier

Der anvendes slipmidler samt coldbox binder og Koag. Der er ingen oplysninger om emissioner, men der vil komme emissioner fra bindersystemet.

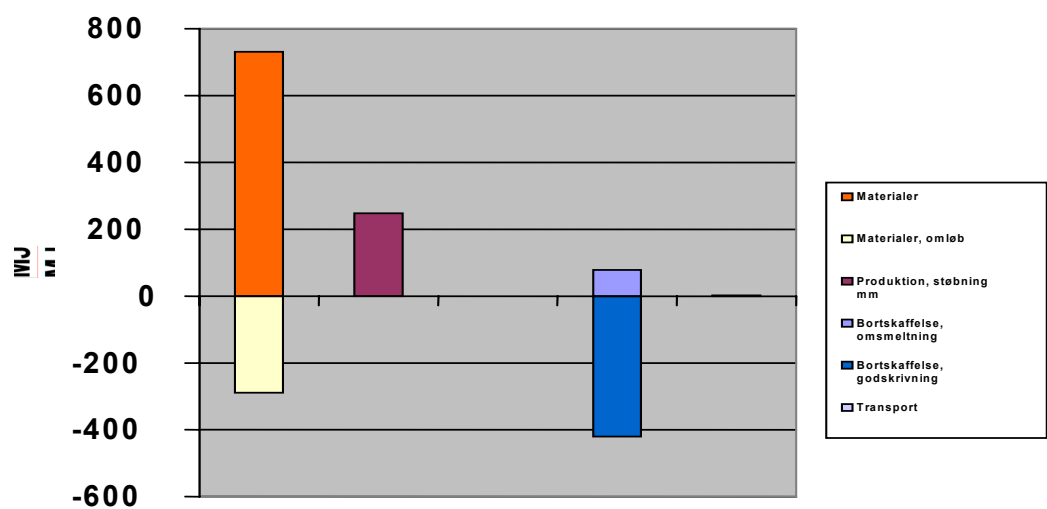
1.6.2.4 Andet

Under andet er nævnt smelterøg, som indeholder bl.a. magnesium.

1.6.3 Gråt støbejern, maskinformet, sandstøbning

Støbt vægt: 11 kg
Smeltevægt 13,94 kg

	Materiale-fasen	Produktions-fasen	Brugs-fasen	Bortskaffel-sesfasen	Trans-port fasen
Materialer	Stålskrot (eget og eksternt)	Sand ler/bentonit Affald: nedbrudt sand	9% fjernelse af materiale v. bearbejdning		Råolie (diesel)
Energi	Energi til fremstilling af materialer	Energi til smeltning mv.	Godskrivning af energi til fremstilling af materiale(spåner) Energi til omsmeltning Energi til spåntagning	95% genbrug Godskrivning af energi til fremstilling af materiale (udtjent produkt) Energi til omsmeltning	Energi til fremstilling af diesel
Kemikalier		Coldboks (binder) Koag (afslagning) Slipmidler			
Andet					



Energiprofil for gråt støbejern, maskinformet

1.6.3.1 Materialer

Gråt støbejern fremstilles af 100% skrot. Herudover anvendes sand og ler/bentonit.

Affaldet udgøres af nedbrudt sand.

1.6.3.2 Energi

Energiprofilen er domineret af materialer efterfulgt af produktion og brug(spåntagning).

1.6.3.3 Kemikalier

Der anvendes samme bindere for de to maskinformede produkter.

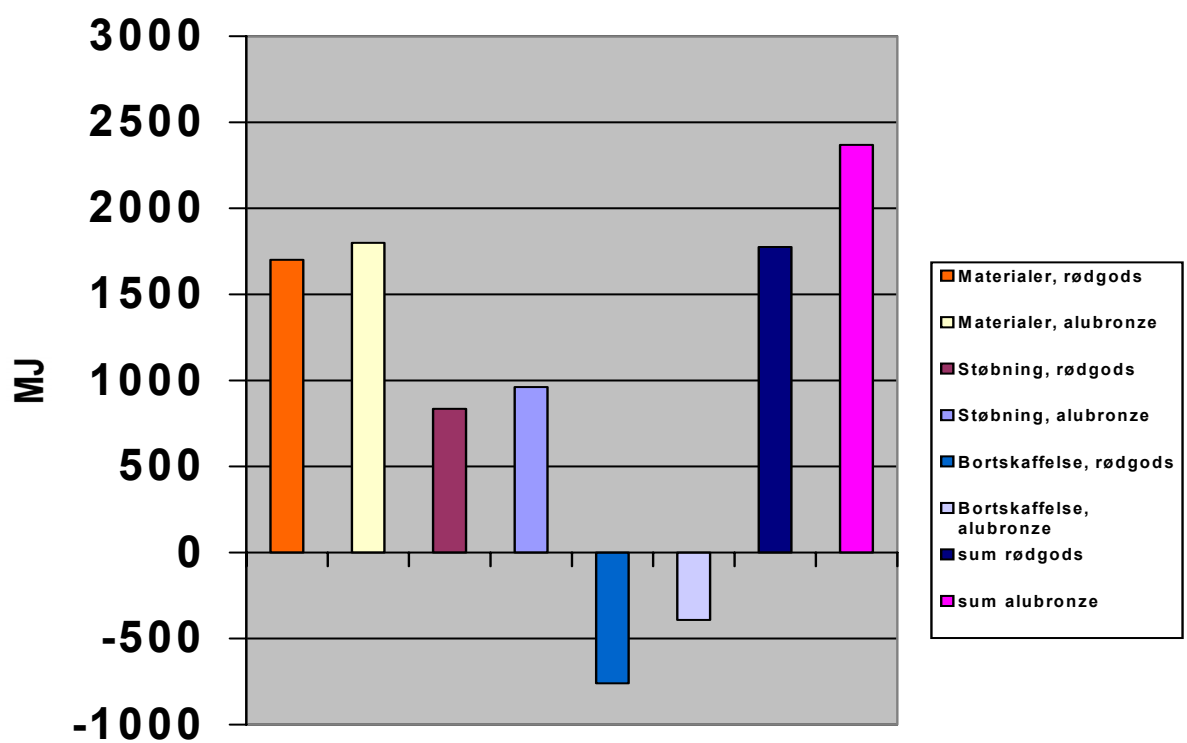
1.6.3.4 Andet

Intet er nævnt.

1.6.4 Rødgods og aluminiumbronze, sandstøbning

Der var udvalgt to produkter til denne kategori, nemlig et pumpehjul fremstillet af hhv. alubronze (Cu, Al, Fe, Ni, Mn) og rødgods (Cu, Sn, Zn, Pb). Vægt hhv. 18 kg og 20 kg.

	Materiale-fasen	Produktions-fasen	Brugsfasen	Bortskaffelses-fasen	Transport fasen
Materialer	Cu Al Fe Ni Sn Zn Pb	Sand Sand deponi Metal genbrug		Godskrivning af materiale til ved genvinding	
Energi	Energi til fremstilling af materialer	Energi til smeltning mv.		95% genbrug Godskrivning af energi til fremstilling af materiale (udtjent produkt) Energi til omsmelting	
Kemikalier		Furanbinder Furanhærder Diverse hjælpemidler Vandsværter Spritsværter Kernebinder Emissioner til luft: Organiske forbindelser og metaller Emissioner til vand: Metaller (for rødgods: Pb)			
Andet					



1.6.4.1 Materialer

Godset fremstilles af blokmetal, dvs. sekundær råvare, som er raffineret. Hovedbestanddelen af begge legeringer er kobber med diverse legeringselementer. Den traditionelle legering er rødgods, alubronze er det blyfrie alternativ. Rødgods er tungere, så samme volumen af emnet kræver mere materiale.

Ved genvinding af alubronze kan der forventes lavere genvinding af nikkel end de øvrige, jern og aluminium, da de ikke genvindes ved de processer, der traditionelt anvendes til kobberholdige materialer. Disse ressourcer vil kun blive genvundet, hvis skrothandleren genkender materialet som alubronze og sender det til et sted, som producerer alubronze.

Det anvendte sand til formene regenereres efter brug, men ca. 20% går til deponi.

1.6.4.2 Energi

Det er energiforbruget til materialefremstilling, der dominerer. Der er ingen oplysninger om bearbejdning.

Energiforbruget til alubronze er højere end for rødgods pga. den nødvendige højere smeltevægt ved alubronze (andet indløbssystem).

For bortskaffelsen forventes det ikke, at alubronze i samme grad som rødgods kan få godskrevet alle legeringselementerne. Det gælder især for nikkel, som ikke vil blive frasepareret ved almindelig kobberraffinering. Disse forudsætninger vil afhænge af, om det er muligt at bestemme produktets sammensætning ved bortskaffelsen samt om produktet i givet fald sendes til et sted, der kan udnytte nikkellindholdet.

1.6.4.3 Kemikalier

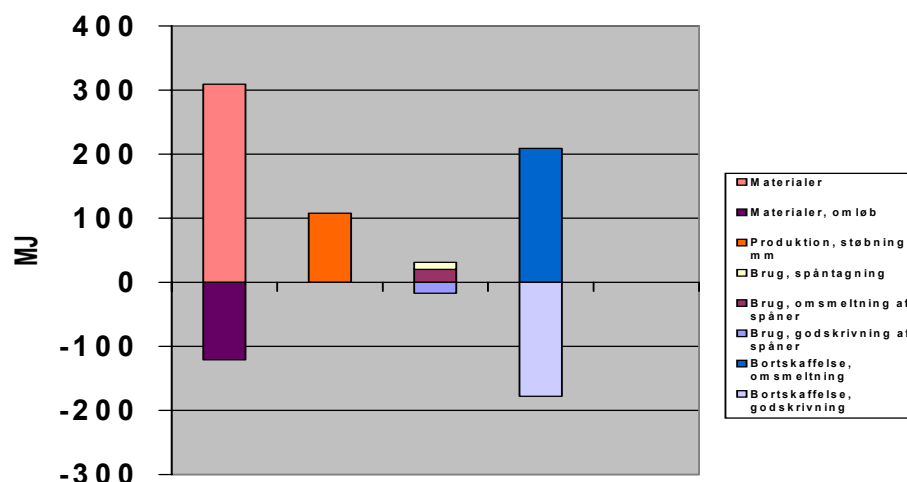
Der anvendes furanbinder samt kernebinder, som medfører emission af organiske forbindelser. Smeltningen giver emission af metaller til såvel luft som vand. Specielt for rødgods er der emission af bly.

1.6.4.4 Andet

Intet er nævnt.

1.6.5 Aluminium, trykstøbning

	Materiale-fasen	Produktions-fasen	Brugs-fasen	Bortskaffelsesfasen	Transport fasen
Materialer	Aluminium (sekundær)	Vand (overfladebehandling) Affald: Metaloxider		Godskrivning af materiale ved genvinding	Råolie (diesel)
Energi	Energi til fremstilling af materiale	Energi til smeltning mv.	Energi til spåntagning	95% genvinding Godskrivning af energi til fremstilling af materiale Energi til omsmeltnng	Energi til fremstilling af diesel
Kemikalier		Ridoline (affedtnng) chrom(VI) hydrogenfluorid ferrocyanid Slipmiddel Stempelsmøre middel Quench-kølemiddel	Kølesmøremiddel til bearbejdning		
Andet		Røg fra returmetal m. oliefilm			



1.6.6 Energiprofil for trykstøbt aluminium

1.6.6.1 Materialer

Råvaren er sekundær aluminium (blokmetal). Affaldet består af metaloxider.

1.6.6.2 Energi

Energiforbruget domineres af forbruget til fremstilling af materialer. Heraf godskrives størsteparten ved bortskaffelsen. Dette skyldes, at energiforbruget til smeltning af aluminium er minimalt i forhold til, hvad det koster at fremstille primær aluminium.

1.6.6.3 Kemikalier

Til selve støbningen anvendes slipmidler samt stempelsmøremiddel. Til den efterfølgende affedtning og kromatering anvendes bl.a. trichlorethylen, chromtrioxid, hydrogenfluorid og ferrocyanid. Trichlorethylen er på vej til at blive substitueret af andre stoffer.

Overfladebehandlingen foregår i lukkede systemer og giver ikke anledning til væsentlige emissioner.

De væsentligste emissioner forventes at komme fra slipmidler eller smøremidler.

1.6.6.4 Andet

Der er opgivet røg fra returmetal med oliefilm.

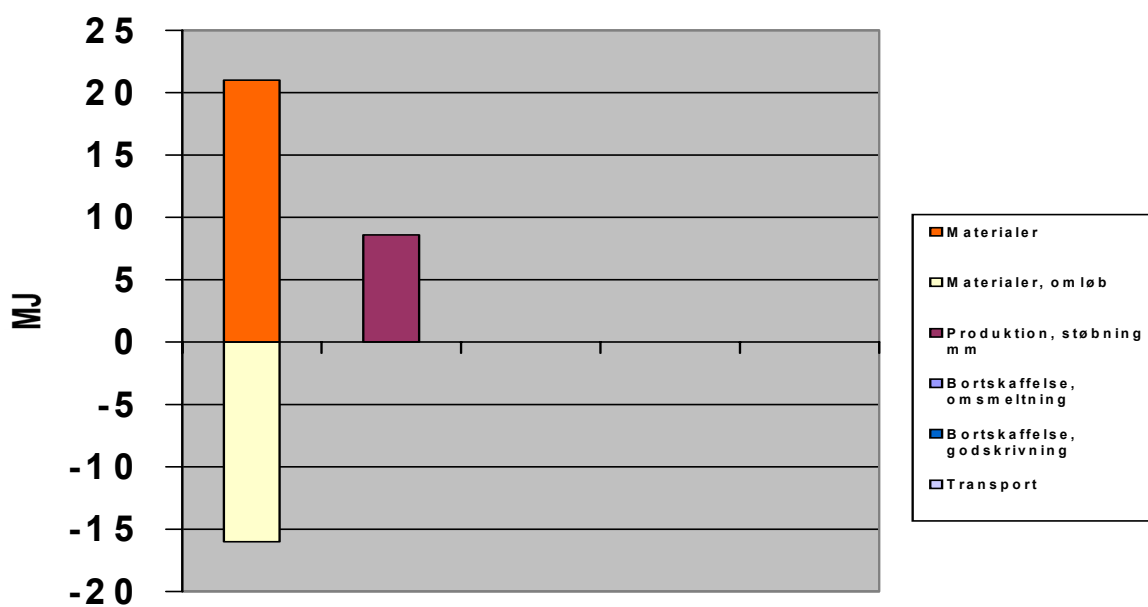
1.6.7 Trykstøbning-Magnesium

Smeltevægt: 0,178 kg

Støbt vægt: 0,089 kg

	Materiale-fasen	Produktions-fasen	Brugs-fasen	Bortskaffelsesfasen	Transport fasen
Materialer	Mg Al (9%) Zn (1%)	Vand (overfladebehandling) MgO til deponi			
Energi	Energi til fremstilling af materialer	Energi til smeltning mv.			
Kemikalier		SF6 CO2 Affedtning: Tri Ridoline chrom(VI) hydrogenfluorid ferrocyanid Slipmiddel: Stempelsmøre middel Quench- kølemiddel			
Andet					

1.6.8



Energiprofil for trykstøbt magnesium

1.6.8.1 Materialer

Der anvendes primær magnesium (legering med zink og aluminium). Affaldet består af magnesiumoxid, som deponeres. Der fjernes kun få gram ved spåntagning. I modsætning til de andre produkter, er skrotbehandlerne ikke gode til at genbruge magnesium. I scenariet antages ingen genbrug, men det er muligt, at noget opfanges f.eks. i shreddere ved efterfølgende separation.

1.6.8.2 Energi

Energiforbruget til materialefremstilling og produktion er stort set ens. Der er ikke oplysninger om andre energiforbrug.

1.6.8.3 Kemikalier

Der anvendes SF₆ ved udstøbning samt CO₂. Desuden anvendes de samme slipmidler samt overfladebehandling som for aluminium. SF₆ har et stort potentiale for drivhuseffekt, men virksamheden vil kun anvende stoffet i kort tid, da der er fundet et alternativ.

1.6.8.4 Andet

Intet er nævnt.

1.7 Konklusion

Tabellen giver en oversigt over de miljøproblemer, der er fundet for de enkelte materialer og processer.

Tabellen er opdelt på områderne Materialer, Energi, Kemikalier og Andet, som er den systematik, der er anvendt i forbindelse med MEKA-skemaerne for de enkelte produkter.

	Materialer	Energi	Kemikalier	Andet
Sandstøbning-SG jern	Råvarer: skrot og råjern + Mg Sand til deponi(størsteparten regenereres) Ler/bentonit bruges ved maskinformning	Energi til smeltning og varmholdning mv.	Binder mv. Emission af organiske forbindelser samt stoffer fra binder	Smelterøg med indhold af magnesium
Sandstøbning-Gråt støbejern	Råvarer: skrot Sand til deponi(størsteparten regenereres)	Energi til smeltning og varmholdning mv.	Binder mv. Emission af organiske forbindelser samt stoffer fra binder	
Sandstøbning, kemisk bundet sand Rødgods	Råvarer: blokmetal m. indhold af bly Stort forbrug samt deponi af sand (størsteparten regenereres)	Energi til smeltning og varmholdning mv.	Binder mv. Emission af organiske forbindelser samt stoffer fra binder og bly	
Sandstøbning, kemisk bundet sand alubronze	Råvarer: blokmetal Stort forbrug samt deponi af sand (størsteparten regenereres)	Energi til smeltning og varmholdning mv.	Binder mv. Emission af organiske forbindelser samt stoffer fra binder	
Trykstøbning Aluminium	Råvare: blokmetal (sekundær aluminium)	Energi til smeltning og varmholdning mv.	Affedtning og overfladebehandling med "uønskede" stoffer	
Trykstøbning Magnesium	Råvare: Primær magnesium Ringe mulighed for genanvendelse	Energi til smeltning og varmholdning mv.	Anvendelse af SF6 Affedtning og overfladebehandling med "uønskede" stoffer	Magnesiumpulver er letantændeligt og eksplosionsfarligt, men udgør ingen risiko i den anvendte form.

Referencer

- 1) Wenzel H., Hauschild, M.; og Rasmussen, E. (1996): Miljøvurdering af produkter. Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen, Dansk Industri.
- 2) Wenzel, H.; Caspersen, N.; Schmidt, A.: Livscykluscheck, en vejledning til TIC-konsulenter, dk-TEKNIK & Instituttet for Produktudvikling, 1999.
- 3) Energi E2, 2000. LCA-tal fra EL-projektet, 2000. Udgives efteråret 2000.
- 4) Orientering nr. 6, Miljøstyrelsen 2000. Effektlsten 2000. Publiceret på www.mst.dk.
- 5) Orientering nr. 9, Miljøstyrelsen 2000. Listen over uønskede stoffer. Publiceret på www.mst.dk.
- 6) Listen over farlige stoffer. Bekendtgørelse nr. 829 af 6. november 1997 af listen over farlige stoffer. Miljøstyrelsen, 1997.

Referater fra workshops

Der foreligger referater for workshoppen d. 18. december 2000 samt workshoppen d. 16. januar 2001.

1.1 Referat af mødet d. 18. december 2000 i projektet: Forprojekt til brancheindsats for jern- og metalstøberier

Deltagere:

Keld Mosgaard, Uldalls jernstøberi A/S
Jens-Henrik Jakobsen, Metallic A/S
Freddy Petersen, MAN B&W-Alpha Diesel A/S
Jesper Hansen, Frese Metal- og stålstøberi A/S
Jan Lemkow, Teknologisk Institut
Rudolf Crepaz, Teknologisk Institut
Poul Erik Haurum, DANIA A/S
Tom Rytlander, Dansk Industri
Niels Tiedje, Institut for Produktion, DTU
Nina Caspersen, Instituttet for Produktudvikling

Dagsorden:

1. Foreløbige resultater af miljøvurderingerne
2. Hvilke projekter kan prioriteres på baggrund af miljøvurderingerne?
3. Hvem skal inviteres til workshoppen d. 16. januar?

Ad 1) Der blev vist foreløbige resultater for de udførte miljøvurderinger og fokusområder blev udpeget. De viste overheads medsendes som bilag. Teknologisk Institut fremlagde branchedata for energi- og materialeforbrug. Materialet blev udleveret ved mødet.

Ad 2) Følgende emner blev udvalgt som specielt interessante:

- Sammenlignende LCA'er af produkter fremstillet vha. støbning og andre formgivningsmetoder samt evt. konkurrerende materialer.
- Organiske bindere: vurdering af anvendelsesmuligheder i forhold til teknik, miljø og økonomi.
- Reduktion af emission af opløsningsmidler (specielt i forbindelse med slipmidler)

Følgende to områder blev udpeget som områder, som andre evt. kunne have interesse for:

- Benchmarking af støberiernes energi- og materialeforbrug
- Tungmetaller: reduktion af emissioner samt reduktion af indhold i filterstøv

Der vil være mulighed for at gå i dybden med alle fem ovenstående emner på workshoppen. Desuden kan deltagerne selv stille forslag om emner. Diskussionerne på workshoppen kommer til at foregå i mindre grupper.

Ad 3) Følgende interessenter vil blive inviteret:

Alle støberier (som vi kan finde adresser på)
Gert Hansen, Miljøstyrelsen
Henning Nylandsted Larsen, Arbejdstilsynet, Odense
Jørgen Vennike, Carl Bro

Alle amtskommuner

Hvis I kommer på flere emner eller forslag til, hvem, der skal inviteres, er I velkomne til at henvende jer.

Med venlig hilsen

Nina Caspersen

1.2 Referat af workshop d. 16. januar 2001 i projektet: Forprojekt til brancheindsats for jern- og metalstøberier, Gl. Vindinge, Nyborg

Diskussionen tog udgangspunkt i 5 foreslåede emner.

- Organiske bindere: vurdering af anvendelsesmuligheder i forhold til teknik, miljø og økonomi.
- Reduktion af emission af opløsningsmidler (specielt i forbindelse med slipmidler)
- Sammenlignende LCA'er af produkter fremstillet vha. støbning og andre formgivningsmetoder samt evt. konkurrerende materialer.
- Nøgletal for støberiers energi- og materialeforbrug
- Tungmetaller: reduktion af emissioner samt reduktion af indhold i filterstøv

Ved den efterfølgende diskussion blev emnet "affaldssand" desuden fremført.

1.2.1.1 Sammenlignende LCA

Resultatet af diskussionen på workshoppen blev, at fokus blev rettet mod datagrundlaget for LCA, dvs. UMIP-databasen. Der er stort behov for opdatering af data, dels for virksomhederne selv dels for brugere af UMIP-databasen. Virksomhederne kan bruge informationen i forbindelse med miljødokumentation og til deres interne forbedring af miljøpræstationen. Pga. den tætte relation til emnet: nøgletal, blev områderne slået sammen.

1.2.1.2 Organiske bindere og tilsætningsstoffer

Emnet blev højt prioriteret og titlen er uændret.

1.2.1.3 Reduktion af emission af opløsningsmidler fra slipmidler

Emnet er relevant for alle trykstøbere, og området blev prioriteret højt.

1.2.1.4 Nøgletal

Som nævnt blev emnet slået sammen med LCA.

1.2.1.5 Tungmetaller

Emnet gik videre som projektslag.

1.2.1.6 Affaldssand

Emnet blev rejst og diskuteret. Der var enighed om, at affaldssand udgør en stor affaldsmængde, som virksomhederne i større eller mindre grad afhænder til entrepenører. Et væsentligt problem i denne sammenhæng er en klassificering af sand mht. urenheder (i lighed med det system, der kendes for forurenede jord). En klassificering samt evt. oprettelse af centrale depoter vil gøre det lettere at finde anvendelse for sandet. Emnet er i høj grad politisk, og det blev derfor besluttet ikke at formulere et projekt inden for området. Derimod blev der rejst forslag om at tage initiativ til en sådan klassificering, og emnet vil blive taget op af brancheforeningen.

I det følgende refereres diskussionerne for hver af de fire valgte emner.

1.2.2 LCA-data og nøgletal

Diskussionsgrupperne bestod af:

Kirsten Nielsen, Vestsjællands amt
Thorkild Hoff Andersen, Dansk Industri
Jan Marcussen, York Foundry
Kirsten Grønning Sørensen, DTU
Poul Erik Haurum, Jernstøberiet Dania A/S
Ivan Bak, Vald.Birn A/S
Bjarne Skaarup, Metallic A/S
Lars Feldager Hansen, Metallic A/S
Flemming Nygaard, B&W MAN A/S, Alpha Diesel
Nina Caspersen, Instituttet for Produktudvikling

1.2.2.1 Formål

Interessen for nøgletal og sammenlignende LCA var blandet, men der var enighed om, at LCA-data skal opdateres. Et formål, der umiddelbart kan skabes enighed om er derfor: Forbedring af datagrundlaget i UMIP-databasen mht. støbeprocesser.

1.2.2.2 Baggrund

En livscyklusvurdering bygger typisk på data fra en database, og den mest anvendte database i Danmark er UMIP-databasen. Data i databasen er imidlertid ikke opdaterede og der findes kun få data for støbning i databasen. Der er behov for en opdatering og flere processer, så der f.eks. skelnes mellem støbning af jern og metal samt håndformet og maskinformet. Der er grund til at tro, at miljøpåvirkningen fra f.eks. bindere er væsentligt ændret siden data til UMIP-databasen blev indsamlet.

De opdaterede data kan dels anvendes af virksomhederne selv ved den interne forbedring f.eks. i forbindelse med kravene i miljøledelse dels kan de anvendes af brugere, der ønsker at anvende dem i forbindelse med LCA.

1.2.2.3 Indhold

Diskussionen handlede især om, hvordan man kunne samle data på en enkel måde, og gerne sådan, så det var unødvendigt at levere yderligere data til grønne regnskaber og amter. Dvs. at man burde have en repræsentant fra amtsrådsforeningen for at sikre, at formatet var sådan at det kunne bruges til alle formål.

Dataoverførselen burde foregå på elektronisk form, dels for at sikre ensartethed mens også for at gøre det lettere for alle parter. Data bør opdateres hyppigt (4 gange årligt, 1 gang årligt?).

Det var en mulighed, at data kunne fomidles på DI's (evt. brancheforeningens hjemmeside).

Det er vigtigt at data er troværdige og at de opdateres hyppigt.
Troværdigheden skal sikres ved f.eks. at anvende de samme målemetoder.

Virksomhederne er generelt positive over for at levere data, og det lader ikke til at være et problem at skaffe data på et vist niveau.

1.2.2.4 Aktører

For at sikre brugbare data, bør hele brancheforeningens virksomheder inddrages (samt naturligvis trykstøberne). Det vil desuden være en fordel at knytte amtsrådsforeningen til projektet for at finde et format, der kan benyttes til flere formål.

1.2.3 Tungmetaller

Deltagere:

Keld Mosgaard, Uldall

Malene Kamstrup, Frederiksborg Amt

Kirsten Nielsen, Vestsjællands Amt

Henning Nylandsted Larsen, Arbejdstilsynet

Kirsten Grønning Sørensen, IPT

Niels Tiedje, IPT

1.2.3.1 Formål / baggrund:

Der var noget diskussion om hvor stort problemet med tungmetaller egentligt er. Nogle mente at der klart er problemer, men kunne ikke præcisere det. Andre mente at der nok er problemer, men de vidste ikke hvilke.

Vi ved at de, der støber Cu-baserede legeringer har et blyproblem, vi ved også at Mn giver problemer visse steder. Bl.a. fordi der ophobes Mn i genbrugsjern.

Mht. definitionen på hvad et tungmetal er, og hvilke af disse der er problemer med, var der ingen, der havde helt overblik.

Der var dog enighed om, at ikke alle støberier kan behandles ens i forhold til tungmetaller. Man må dele støberierne op efter legeringer, størrelse, processer etc.

Det er ikke nok at skelne mellem jern- og metalstøbere.

1.2.3.2 Indhold:

Diskussionen var meget lidt konkret, og det skyldes at der ikke er overblik over emnet.

Det er derfor nødvendigt at starte med at få overblik over sagerne. Det kræver en gruppering af støberierne, så enkelte grupper kan behandles hver for sig.

Man må så prøve at analysere hvilke problemer, der er i hver gruppe.

Det vil sandsynligvis ende med, at man opstiller en proces – legering matrix så man kan sige at for en given proces og legering, er der disse problemer. Og her skal man så skelne mellem eksternt og internt miljø.

I sidste ende vil det være godt at ende med nogle opskrifter på hvordan specifikke problemer løses.

”Myndighederne” ville gerne have en facitliste, så man ud fra proces og legering kan sige: ”du skal gøre sådan og sådan for at få styr på tingene”. Det er dog tvivlsomt om det kan gøres så firkantet.

Den måling og indsamling af data der er nødvendig for at få overblik over tingene, og for at bevare overblikket frem i tiden, kan evt. foretages af BST.

1.2.4 Emissioner fra slipmidler

Deltagere:

Lars Feldager Hansen, Metallic A/S

Bjarne Skaarup, Metallic A/S

Malene Kamstrup, Frederiksborg Amt

Helmut Peterman, York Foundry

Bent Hansen, York Foundry

Torkild Hoff Andersen, Dansk Industri

Rudolf Crepaz, Teknologisk Institut

1.2.4.1 Problem

Udvikling af aerosoler, dampe og gasser fra slipmidler ved trykstøbning af Al- og Mg legeringer.

Den kraftige udvikling giver problemer med overholdelse af grænseværdien på $0,01 \text{ mg/m}^3$. Problemet forstærkes yderligere, hvis emissionsluften indeholder PHA'er. I sådanne tilfælde er grænseværdien $0,001 \text{ mg/m}^3$.

1.2.4.2 Årsager

Den kraftige emission skyldes dels den anvendte påføringsteknik af slipmidler dels anvendelse af termisk olie til køling af værktøjer samt stempelsmøremiddel.

Slipmiddelpåføring er baseret på en vandbaseret væske tilsat olie og andre additiver, som sprøjtes på værktøjsoverfladen. Under påføringsprocessen opstår en betydelige mængde aerosoler og dampe. Under og efter støbeprocessen dannes i værktøjet og på godsoverfladen gasser fra resterne af de organiske additiver i slipmidlet. Værktøjstemperaturen kan være op til ca. 250°C og metaltemperaturen op til ca. 750°C .

Termisk olie anvendes som varmeoverføringsmedie ved opvarmning (temperering) af værktøjer. Anvendelsen kan bevirke udslip af oliedampe fra utætheder i opvarmningssystemet. Olietemperaturen kan være mellem 100 til 250°C .

Stempelsmøremidlet anvendes til smøring af trykstøbemaskinens stempel, som trykker (presser) det flydende metal ind i værktøjet. Den konstante smøring af det varme stempel frigiver ligeledes dampe og gasser.

1.2.4.3 Løsningsstrategi

Metallic A/S har undersøgt og prøvekørt pulverteknikken, dvs. at slipmidlet påføres i pulverform. Virksomhedens konklusion af forsøget er følgende:

- Teknikken tillader en produktion af trykstøbt aluminium med tilfredsstillende godsoverflade. Uden de miljømæssige gener, som beskrevet ved anvendelse af væske.
- Pulverteknikkens anvendelse er dog foreløbig stillet i bero, idet der ved anvendelse af pulver mangler slipmiddelvæskens køleeffekt på værktøjet. For at kompensere for den manglende køleeffekt, skal samtlige værktøjer forsynes med ekstra kølekanaler. Dette vil dels forøge værktøjsomkostningerne ved nyanskaffelse og dels kræve en ombygning af de eksisterende værktøjer.
- Virksomheden kender ikke langtidsvirkning i miljø- og tekniske henseende ved anvendelse af pulverformet slipmiddel.

Gruppen diskuterede følgende tiltag:

- Analyse af de anvendte produkter (slipmiddel, termisk olie og stempelsmøremiddel) for at afgøre, hvilket af materialerne som er ansvarlig for PAH-udviklingen.
- Undersøgelse (test) af de på markedet værende slipmidler for at fastslå om PAH-udviklingen er generelt for samtlige produkter, eller om der findes eksisterende produkter, som ikke udvikler PAH'er.
- Evt. udvikling af et miljøvenligere slipmiddel, som ikke udvikler PAH'er, i samarbejde med slipmiddelproducenten.
- Miljømæssige- og økonomiske vurdering af slipmidler på væskebasis kontra pulver.
- Opstilling af kravsspecifikationer for slipmiddelprodukter til producenterne.
- Gruppen foreslog, at slipmiddelproducenterne dokumenterer de tekniske- og miljømæssige forhold ved anvendelse af et givet produkt.

1.2.5 Organiske bindere og tilsætningsstoffer

Deltagere:

Jan Marcussen, YORK Foundry

Helmut Peterman, YORK Foundry

Bent Hansen, YORK Foundry

Poul Erik Haurum, Jernstøberiet DANIA A/S

Flemming Nygaard, MAN B&W Diesel, Alpha Diesel A/S

Ivan Bak, Vald. Birn A/S

Keld Mosgaard, Uldalls Jernstøberi A/S

Henning Nylandsted Larsen, Arbejdstilsynet

Jan Lemkow, Teknologisk Institut

1.2.5.1 Baggrund

De organiske bindere, i forskellige typer, anvendes som form- og kernebindere i såvel jern- som metalstøberier (ikke i trykstøberier), og de organiske tilsætningsstoffer primært kulmel eller kulmelserstatninger anvendes i lerbundet formsand i jernstøberier.

Disse organiske materialer giver ved udstøbning anledning til udvikling af bl.a. CO og Benzen, der giver anledning til en negativ påvirkning af arbejdsmiljøet. Udviklingen af Benzen emitterer til omgivelserne og giver anledning til den største miljøpåvirkning ved en LCA-vurdering af et støbt produkt.

De organiske materialer giver yderligere anledning til en forurening af affaldssandets forskellige fraktioner med bl.a. Fenoler og PAH'er.

1.2.5.2 Formål

At opbygge et system, hvorved støberierne får mulighed for at vurdere organiske bindere og tilsætningsstoffer mht. deres påvirkning af arbejdsmiljø, emission og affald, således at dette sammen med teknisk formåen og pris kan medtages i en samlet vurdering ved valg af form- og kernebindere og tilsætningsstoffer.

1.2.5.3 Indhold

Med baggrund i eksisterende data fra europæiske støberiinstitutter og binderproducenter/leverandører opstilles et system til rankning af de på markedet eksisterende væsentligste organiske bindere og tilsætningsstoffer.

Rankningen foretages ud fra systemernes udvikling af benzen ved udstøbning af forskellige legeringer (stål, jern, Cu-legering, Aluminium).

Ligeledes foretages en rankning for specielle gasser ved udstøbning, hvis bindersystemets sammensætning lader formode, at dette kan være tilfældet. Fx SO₂ ved svovlholdige hærde i syrehærdende systemer.

Der foretages ligeledes en rankning ud fra systemernes bidrag til forureningen af affaldssandets fraktioner med Fenoler og PAH'er.

Det vurderes ligeledes, om systemet kan vand og/eller spritsværes.

For at give støberierne mulighed for at vurdere nye eller modificerede organiske bindere og tilsætningsstoffer udvikles en metode, der ved en standardiseret form fremstillet vha. det nye binder og/eller med det nye tilsætningsstof, kan bestemme Benzen og andre specialgasser ved støbning og aktuel legering.

Efter udslagning foretages analyse af Fenoler og PAH'er i sandet efter standardiseret metode.

1.2.5.4 Resultat

Ved projektets afslutning foreligger et system, der vil sætte det enkelte støberi i stand til at vurdere de anvendte, mulige alternative og nye organiske bindere og tilsætningsstoffer mht. deres miljømæssige forhold.

En metode for vurdering af nye og/eller modificerede bindere og/eller tilsætningsstoffers udvikling af udvalgte gasser ved støbning og analyse af Fenoler og PAH'er i "affaldssand" vil være udviklet og afprøvet.

1.2.5.5 Deltagere

Projektet gennemføres i et konsortium bestående af: støberier, producent af bindemidler, institut til måling af organiske forbindelser, støberiinstitut.

1.2.6 Deltagerliste til workshoppen d. 16. januar 2001:

Poul Erik Haurum	Jernstøberiet DANIA A/S
Jan Marcussen	YORK Foundry
Helmut Peterman	YORK Foundry
Bent Hansen	YORK Foundry
Lars Feldager Hansen	Metallic A/S
Bjarne Skaarup	Metallic A/S
Jens-Henrik Jacobsen	Metallic A/S (afbud)
Flemming Nygaard	MAN B&W Diesel, Alpha Diesel A/S
Ivan Bak	Vald. Birn A/S
Jesper Hansen	Frese Metal- og stålstøberi A/S
Keld Mosgaard	Uldalls Jernstøberi A/S
Henning Nylandsted Larsen	Arbejdstilsynet
Malene Kamstrup	Frederiksborg Amt
Kirsten Nielsen	Vestsjællands Amt
Niels Tiedje	Institut for Produktion og ledelse, DTU
Kirsten Grønning Sørensen	Institut for Produktion og ledelse, DTU
Rudolf Crepaz	Teknologisk Institut
Jan Lemkow	Teknologisk Institut
Tom Rydtlander	Dansk Industri
Torkild Hoff Andersen	Dansk Industri
Nina Caspersen	Instituttet for Produktudvikling

1 Litteraturoversigt

1.1 Fagtidsskrifter

1. Faets, W.: Giessereie 87 (2000); Nr. 12; S. 46-1.
Energibesparelsesmuligheder i jernstøberier gennem produktionsoptimering.

I artiklen sammenlignes forskellige smelteovnes energiforbrug og smelteydelser. Samtidig analyseres støberiindustriens energiforbrug fordelt på de væsentligste produktions- og hjælpeprocesser, og nævnes mulighederne til optimering af produktionsprocesserne.

2. Brungs, D.; Mertz, A.: Giessereie 87 (2000); Nr. 9; S. 34-39.
Innovationer ved støbte materialer, dvs. emner støbt i Al- og Mg-legeringer.

En undersøgelse viser, at produktionen fordeles procentvis på de 3 væsentligste produktionsmetoder:

- ☐ Trykstøbt ca. 70%
- ☐ Kokillestøbt ca. 16%
- ☐ Sandstøbt ca. 14%

Anvendelsesområdet af Al-støbegodset inden for automobilindustrien er følgende:

- ☐ Gearkasser ca. 33%
- ☐ Motorblokke ca. 20%
- ☐ Ventilhuse ca. 10%
- ☐ Geardele ca. 10%
- ☐ Karosseridele ca. 6%
- ☐ Oliekar ca. 4%
- ☐ Andet ca. 17%

I 1997 var automobilindustriens forbrug af Mg-støbegods på ca. 45.000 t. Det forventes, at forbruget til året 2002 vil stige til 90.000 t. I tidsrummet fra 1997 - 2005 forventes, at aluminiumsandelen i biler vil stige fra 6 til 12%.

3. Helber, H. J.; Wolf, G.: Giessereie 87 (2000); Nr. 9; S. 46-53.
Lugtemission fra støberier (1. del).

De væsentligste lugtemissionskilder i sandstøberier er smelte-, kerne og formfremstillingsanlæg samt støbestrækninger. Lugtemissionen er afhængig af bindermiddelforbrug, bindertype og produktionsforhold samt støbetemperaturen, dvs. opvarmningsniveauet af formene.

4. Ollenschläger, I.: Giesserei-Praxis (2000); Nr. 8; S 333-336.

Genanvendelse af organisk forurenede aluminiumsskrot.

Den aktuelle undersøgelse fokuserer på to omsmeltningsmetoder. Her tales om et integreret og et adskilt system. Ved begge systemer udnyttes brændværdien af den organiske forurening som brændselstilskud. Ved det integrerede system foregår fordampning og forbrænding af de organiske stoffer i samme ovn, bestående af 2 eller 3 kamre. Ved det adskilte system foregår fordampning og smeltning samt varmeholdning og forbrænding af de organiske dampe i 2 adskilte ovnsystemer.

Valget af ovnsystemet betinges af driftsbetingelserne. Det integrerede system er fordelagtigt ved produktion med konstant legering. Ønskes en varieret analyse, er det adskilte system væsentlig mere flexibelt.

5. Stricker, E; Schürmann, E.; Koch, K.; Wolter, A.: Giesserei (2000); Nr. 7; S 27-33.

Brikettering af kupolovnstøv med renseristøv som bindemiddel.

Med kupolovnstøv kan under tilblanding af renseristøv og vand samt efterfølgende presning fremstilles briketter, som opnår en høj trykstyrke. Ved en tilblanding af 10% renseristøv, opnår briketterne efter 24 timer den maksimale mekaniske styrke. Desuden har en længere lagringstid ingen negativ indflydelse på anvendelsesegenskaberne. De afhærdede briketter omsmeltes i kupolovne.

6. Katz, G.; Kruger, H.: Giesserei-Praxis (2000); Nr. 8; S 345-348.

Afbrand ved omsmeltning af briketterede støbejernsspåner i kupolovne.

Smelteforsøg har vist, at fx siliciumafbrandet svinger mellem 15 og 40% afhængig af siliciumandelen i briketterne. Således er afbrandet størst ved en lav siliciumandel. Således er afbrandet ca. 39 - 35% ved en siliciumandel på 0,1% i briketterne hhv. ca. 15% ved en siliciumandel på 2%.

7. Sassen, K.; Deike, R.; Giesserei-Praxis (2000); Nr. 8; S 321-327.

DK-processen. Recykling af jernholdige reststoffer.

DK-processen egner sig til recykling af bl.a. følgende slam- og støvmaterialer:

- ☐ Kupolovnstøv og slam
- ☐ Affald fra flammeskæring
- ☐ Støv fra slynge- og blæserenseprocesser
- ☐ Cu-slam
- ☐ P-slam

Processen bygger på en sammenblanding af de forskellige affaldsstoffer med organisk materiale i et givet forhold. Efter sammenblandingen, hvor der ligeledes tilsættes vand, underkastes blandingen en sintringsproces. Efterfølgende nedsmeltes det sintrede materiale i en højovn til råjern.

8. Blomdahl, M.: Gjuteriet (2000); Nr. 7; S 14-15.
Formsmøring af trykstøbeværktøjer.

Udenlandske og svenske undersøgelser samt praktiske erfaringer med våd og tør slipmiddel påføring, viser følgende fordele og ulemper:

	Fordele	Ulemper
Våd (vandbaseret)	Kendt teknik Virker som kølemedie deraf lavere værktøjsomkostninger	Værktøjstemperatur max. 250°C Højt slipmiddelforbrug Uensartet fordeling Tilbøjelighed for krakelering af værktøjer
Tør (pulverbaseret)	Lav forbrug Miljøvenlig Kortere taktid Længere værktøjslevetid	Endnu ikke fuldstændig gennemprøvet Større værktøjsomkostninger kræver flere kølekanaler pga. dårlig køleeffekt

9. Renner, C.; Giesserei-Praxis (2000); Nr. 8; S 328-332.
Økonomisk regenerering af betonitbundet sand og kernesand efter en selektiv udsugning.

Processen baseres dels på en grundig adskillelse af form- og kernesand ved hjælp af en speciel udviklet magnetsorteringsteknik, som bygger på erfaringen, at bentonitbundet sand er svag magnetisk i forhold til det umagnetiske kernesand. Dels baserer processen på en mekanisk regenerering af det ikke magnetiske sandmateriale. Det regenererede sand anvendes til fremstilling af kerner. Sand fra renseriet kan ligeledes regenereres. Prisen for 1 t regenereret sand er ca. 180 kr.

10. Nayström, P.: Gjuteriet (1999); Nr. 4; S 22-24.
Biprodukter og affald fra støberiindustri, del 1. (Alternativ anvendelse af støberiernes overskudssand).

Artiklen beskriver mulighederne og kvalitetskrav til overskudssand ved anvendelse til følgende formål:

- ☐ Cement
- ☐ Asfalt
- ☐ Vejbygning
- ☐ Kompost
- ☐ Beton
- ☐ Tegl
- ☐ Mineraluld
- ☐ Dæklag i affaldsdepoter

11. Huppertz, A.: Giesserei 84 (1997); Nr. 3; S 25-31.
Energiforbrug og affaldsmængder ved smeltning af aluminium og støbejern.

I den aktuelle artikel sammenlignes primært og sekundært energiforbruget samt affaldsmængder ved smeltning af aluminium og støbejern. Undersøgelser viser, at støbejern, i forhold til aluminium, er mere ressourcebesparende. Dette begrundes med, at støbejern har et betydelig lavere primærenergiforbrug af affaldsandelen.

12. Boenisch, D.: Giesserei 81 (1994); Nr. 8; S 214-215.
Grundlaget til minimering af affaldsmængder og kvalitetssikring ved vådsandsformfremstilling med betonitbundet sand.

Vådsandsmetodens fremtid er afhængig af om det i fremtiden bliver muligt at øge genbruget eller finde alternative anvendelsesmuligheder. Et øget genbrug kræver, at kvaliteten af det regenererede sand skal forbedres, og restaffaldsmængden kan holdes på et lavt niveau. Dette vil i fremtiden kræve nytænkning ved udvikling og anvendelse af regenereringsanlæg.

1.2 Rapporter/bøger

1. Kortlægning av isocyanater i Gjuterier. Etapp 2 -
Exponeringsmåtningar. Svenska Gjuteriföreningen (00317) 2000.

Eksponeringsmålinger hos 10 forskellige støberier, som anvender følgende bindemidler:

- ☐ Cold-box
- ☐ Hot-box
- ☐ Furan
- ☐ Skalsand
- ☐ Resol-ester

viser, at isocyanat-værdierne i støberierne er lave eller meget lave, dvs. under GV. Dette gælder især for støberier, som anvender cold-box. I kokille støberier, som anvender hot-box kerne, kan der under visse forhold udvikles en betydelig andel monoisocyanater.

2. Kortlægning av isocyanater i Gjuterier. Etapp 1 - Emissionsmåtningar.

Emissionsmålinger fra følgende kernebindemiddelsystemer:

- ☐ Hot-box
- ☐ Furan med karbonid
- ☐ Cold-box
- ☐ Skalsand
- ☐ Resol + methylformat

har vist, at kun hot-box kerne med karbamid (kvælstofandel) kan udvikle methyl-isocyanat (MIC).

Undersøgelsen viser ligeledes, at en reduktion af kvælstofandelen har en betydelig indflydelse på isocyanat-emission.

3. Olsen, H., Crepaz, R.: Afskærmnings- og udsugningsløsninger i forbindelse med bænkslibe- båndslibe- og poleremaskiner. Teknologisk Institut, Energi/Industri, 1999.

Rapporten omhandler optimeringstiltag omkring punktudsugninger ved forskellige slibe- og polerprocesser.

4. Andersen, Nonboe, J.: Nedbringelse af Phenoler mm i støbesand. Miljøstyrelsen og Vald Birns Jernstøberi A/S. 1997.

Rapporten omhandler nedbringelse af Phenoler, PAH'er og andre kulbrinter i betonitbundet overskudssand. Målet var at nå niveauet svarende til acceptværdier for rensed jord.

5. Olsen, H., Crepaz, R.: Demonstrationsprojekt hos Uldalls Jernstøberi A/S. Genindblæsning af udsugningsluft i støberier. Teknologisk Institut, 1997.

Demonstrationsprojektet viser, at udsugningsluften fra støberiets renseriafdeling kan renses til et betydelig lavere niveau end den fra Arbejdstilsynet stillede krav på $0,025 \text{ mg/m}^3$. Måleresultaterne viser ligeledes, at de arbejdsmiljømæssige forhold forbedres betydeligt, og at der er mulighed for en energibesparelse til ventilation og rumopvarmning på ca. 70%.

6. Bradke, H. J.; Hansonis-Jouleh, H.: Untersuchungen zur umweltrelevanten Beurteilung von Formstoffen für die Form- und Kernherstellung in Giessereien. (Teil III). Institut für Gewerbliche Wasserwirtschaft und Luftreinhaltung e.V. 1996.

Undersøgelsen omfatter analyser af perkolater og faststof fra 17 forskellige form- og kernesandstyper i uafstøbt, afstøbt samt uhardet tilstand. Sandprøverne er taget fra aluminium-, jern og stålstøberier.

7. Crepaz, R.: Overskudssand fra støberier. Teknologisk Institut, 1995.

Undersøgelse af overskudssand fra 12 danske støberier. Overskudssandet analyseres for indhold af penoler, PAH'er, BTEX'ere, tungmetaller, TOC, COD samt chlorindholdet.

Analyseresultaterne sammenholdes med acceptkriterierne for rensed og ren jord udgivet af Vestsjællands Amtskommunes Tekniske Forvaltning.

8. Olsen, H., Crepaz, R.: Demonstrationsprojekt, låg (hætte) over Al-smelte- og varmholdningsovn.

Elforbruget til smeltning- og varmholdning af aluminium i modstandsopvarmet digelovne, kan reduceres med op til 20% efter installation af et specielt udformet låg. Låget skal muliggøre en kontinuerlig udtagning af aluminium ved hjælp af en robot.

9. Energy Consumption Guide. Guide No 48. UK IRON FOUNDRY INDUSTRY, 1995.

Informationer over industriens energiforbrug samt vejledninger og spørgeskemaer til registrering af energiforbrug ved de enkelte produktionsprocesser.

10. Energy Consumption Guide. Guide No 38. NON-FERROUS FOUNDRY INDUSTRY, 1993.

Beskrivelse af funktion og energiforbrug af de mest anvendte smelte- og varmholdeovne i de engelske metalstøberier.

11. Binninger, W.: Vermeiden von abfällen durch abfallarme Produktionsverfahren. Fichter GmbH & Co. KG, 1994.

3 delt rapport opdelt i "ikke jernstøberier" og "jernstøberier med kupolovns- og induktionsovnsmelteanlæg".

Rapporterne fokuserer bl.a. affaldet fra smelte- og varmholdeprocessen. Affaldsmængder, sammensætning samt reduceringsmuligheder, affaldsoparbejdningsmetoder og genbrugsmuligheder.

12. Ravn, O.; Olsen, H.; Crepaz, R.; Tøgeby, M.: Brancheenergianalyse for støberier. Teknologisk Institut/Energi, 1994.

Analyserapporten er opdelt i en hoved- og bilagsrapport.

Hovedrapporten indeholder bl.a. en branchebeskrivelse, eksempler på sparemuligheder, retningslinier for brancherettet energisyn, energieffektivisering i forbindelse med anskaffelse af nyt udstyr.

Bilagsrapporten omhandler en energianalyse af 6 støberivirksomheder med energispareforeslag.

13. Vermeidung und Verwertung von Reststoffen aus genehmigungsbedürftigen Anlagen nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz. Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen, 1993.

Beskrivelse af de væsentligste form- og kernefremstillingsmetoder, deres miljømæssige konsekvenser, muligheder for reducere af affald gennem intern og ekstern genanvendelse samt deponeringsmuligheder.

14. Lemkow, J., Crepaz, R.; Huusmann, O.: Renere teknologi i jern- og metalstøberier. Miljøprojekt nr. 191, 1992.

Beskrivelse af branchens væsentligste støberiprocesser, deres materiale- og energiforbrug, affaldsmængder samt de miljømæssige konsekvenser. Samtidig omtales mulighederne for anvendelse af renere teknologi.

15. Formstoffzusätze: Beurteilung, Betriebs- und Emissionsverhalten. Österreichisches Giesserei-Institut, 1992.

Undersøgelse af forskellige organiske formsands additiver med henblik på en vurdering af emissionsmængder. Til formålet undersøges naturlig og syntetisk kulmel samt blandinger af organiske additiver og bentonit. Samtidig

med emissionsmålingerne vurderes støbegodsets overfladekvalitet gennem 10 kredsløbs cyklusser ved 3 forskellige additivtyper.

16. Holmgren, M.: Energieffektiv Elsmältning i Gjuterier. Svenska Gjuteriföreningen (921130), 1992.

Rapporten fokuserer primært på energisparemuligheder ved smeltning i induktionsovne, idet denne ovntype er klart den mest anvendte i Sverige. I rapportens første del beskrives de af branchens anvendte ovntyper. I rapporten anden del omtales ovnenes energitab. Den sidste del af rapporten omhandler faktorerne, som har indflydelse på energiforbrug og smelteomkostninger.

17. Holmgren, M.; Gustavssen, C.: Energibesparing i Gjuterier (Handbok). Svenska Gjuteriföreningen (871210), 1987.

Håndbogen indeholder en energianalyse af støberibranchens vigtigste produktions- og hjælpeprocesser. Derudover indeholder håndbogen diverse forslag til energibesparende tiltag samt monogrammer, beregningsformler, eksempler samt varmetekniske data.

18. Larsen, J., Olsen, L. S., Bødker, J., Olsen, C., Lemkow, J., Ravn, O.: Håndbog i miljøledelse inden for jern- og metalområdet. Teknologisk Institut, 1998.

Håndbogen er en generel vejledning i indførelse af miljøledelse inden for jern- og metalområdet. I håndbogen er lagt vægt på, at miljøledelsessystemet lever op til kravene i ISO 14001.

19. Crepaz, R., Olsen, H., Lemkow, J., Olsen L. S., Larsen, J., Ravn, O.: Branchespecifik vejledning i miljøledelse inden for jern- og metalstøberier. Teknologisk Institut, 1998.

Den branchespecifikke vejledning supplerer håndbogen i miljøledelse og omfatter vejledninger ved kortlægning, vurdering og prioritering af miljøpåvirkninger og energiforbrug hos støberier. Udarbejdelsen af de specifikke vejledninger baserer på erfaringer indhentet på en række støberier.

20. VDG Fachbericht, Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe in Giessereiformsand und in deren wässrigen Eluat. Verein Deutscher Giessereifachleute (048), 1987.

Til vurdering af støberiaffaldssandets miljøbelastning ved en deponering, undersøges perkolatet samt formsandet for indholdet af PAH'er. Afhængig af additivtypen i de undersøgte bentonitbundet sandprøver, svinger fx Naphtalen indholdet mellem 0,1 og 26 mg/kg sand hhv. mellem 0,1 og 11 ng/l perkolat.

21. Genanvendelse af støberiaffaldssand. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, nr. 7, 1989. R.Crepaz, Teknologisk Institut.

Teknisk, miljømæssig og økonomisk vurdering af et termisk mekanisk regenereringsanlæg for støberiaffaldssand. Undersøgelsen viser, at teknikken kan anvendes til regenerering af blandet affaldssand. Ved en efterbehandling

af det termisk/mekanisk regenererede sand i en sædvanlig kvartssandsopberedningsanlæg opnås nysandskvalitet.