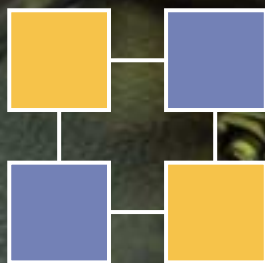


Robotrensning af støbegods

Undgå tunge løft
i støberier



INDUSTRIENS
BRANCHEARBEJDSMILJØRÅD



Industriens Branchearbejdsmiljøråd
Postbox 7777
1790 København V
Telefon: 70 23 15 43
Telefax: 70 23 15 40
e-mail: i-bar@i-bar.dk
www.i-bar.dk



Medarbejdersekretariat:
CO-industri
Vester Søgade 12²
1790 København V
Telefon: 33 63 80 00
Telefax: 33 63 80 91
e-mail: i-bar@co-industri.dk
www.co-industri.dk



Arbejdsgiversekretariat:
Dansk Industri
H.C. Andersens Boulevard 18
1787 København V
Telefon: 33 77 33 77
Telefax: 33 77 33 70
e-mail: di@di.dk
www.di.dk

Pjecen kan fås ved henvendelse til organisationerne. Den kan downloades fra www.i-bar.dk. Den kan endvidere købes hos Arbejdsmiljørådets Service Center "Arbejdsmiljøbutikken" tlf. 3614 3131. Bestillingsnummer: 102128 (www.arbejdsmiljoebutikken.dk)

Tekst: Ingrid Pedersen/Redaktionen.dk
Foto: Forside Jens Bach, Henning Midtgaard/Valdemar Birn og Morten S. Christensen/Dania
Layout: Thomas Olivarius
Tryk: Hafnia Tryk A/S
Oplag: 1000

Marts 2004
ISBN nr.: 87-91080-95-9

Robotrensning af støbegods



Rensning af støbegodset er en af de mest belastende opgaver i støberierne. Derfor forsøger *Industriens Branchearbejdsmiljøråd* at finde og afprøve robotudstyr, der kan gøre arbejdsprocesserne i rensehuse- ne mere sikre og de arbejdsmiljømæssige belastninger mindre.

Der er tendens til, at et stigende antal ulykker sker i renseprocessen. Hovedparten af dette arbejde udføres i dag manuelt.

Denne pjece er sammenfattet af rapportererne *Forsøg med robotteknik og Arbejdsmiljøforbedring ved robotiseret rensning af støbegods*, der er udarbejdet af Søren Munk Jensen og Ole Graa Jakobsen, Amrose, og *Fleksibelt robotsystem til rensning af støbegods* af Erik Salling, Peter Rode og Lars Overgaard, Amrose.

Rapporterne og denne pjece er udarbejdet på foranledning af Udvalget for Arbejdsmiljø i Støberier. Udvalget er sammensat af repræsentanter for branchens parter, og udvalget håber, at denne pjece kan bidrage til, at man overvejer de løsningsmuligheder, der skitseres i pjecen, når ændring af produktionsudstyret drøftes i sikkerhedsorganisationen eller samarbejdsudvalget.

Både pjece og rapporter findes på Industriens Branchearbejdsmiljø- råds hjemmeside www.i-bar.dk

Projektet er finansieret af Sundhedsfremmepuljen.

Udvalget for Arbejdsmiljø i Støberier/
Industriens Branchearbejdsmiljøråd.

Indhold:

Belastning	side	4
Kommercielle løsninger	side	6
Analyse af udgifter	side	8
Fordele og ulemper	side	9
Fleksibel automatisk rensning	side	11
Integreret design af emner	side	11
Håndtering direkte efter støbning	side	12
Problemer, der skal løses	side	12
Gribere	side	15
Programmering	side	15
Off-line programmering	side	16
Adgang til CAD-modeller	side	17
Indkøring i produktionen	side	17
Opsummering	side	17
Krav	side	18
Ny billig robot	side	19

Belastning

Rensning af støbegodset er en af de mest belastende opgaver i støberierne. Derfor forsøger Industriens Branchearbejdsmiljøråd at finde frem til automationsudstyr eller robotudstyr, der kan medvirke til, at dette arbejde udføres på en mere sundheds- og sikkerhedsmæssigt forsvarlig måde.

I EU's 3000 støberier fremstilles årligt 12 mio. tons støbegods. Hovedparten af dette renses manuelt med forskellige værktøjer til at fjerne grater, indløb og sugeknopper.

- Det er et fysisk krævende, ensformigt og monotont arbejde, og efter en tid kan det føre til hvide fingre og andre arbejdsskader.
- Det er dyrt. Rensning beløber sig til 15-30 procent af timeomkostningerne. Der er stor risiko for konkurrence fra billige støberier i Østeuropa.
- Der er store problemer med at rekruttere og fastholde rensarbejdere.

Rapporterne fokuserer især på støbegods på under 200 kilo, da langt det meste gods, der støbes i Danmark, ligger under denne grænse. Der findes i forvejen specialmaskiner til rensning af store emner.

Søren Munk Jensen og Ole Graa Jakobsen, der har lavet undersøgelsen/rapporterne, har besøgt fire metalstøberier. Det er de danske FRESE, Valdemar Birn og Dania samt det svenske Arvika Gjuteri.

Alle fire støberier klager over den lange og dyre omstilling af robotter fra emne til emne, og de mener, at det er den væsentligste årsag til, at robotter ikke er mere udbredt i støberierne.

De fleste danske støberier er små eller mellemstore. Kun to danske støberier har flere end 250 ansatte. Tre ud af fire ansatte i støberibranchen arbejder i virksomheder med flere end 30 ansatte.

Rapporternes forfattere vurderer, at i svenske støberier løftes det samme gods op mod 40 gange i løbet af produktionen. Det giver stor risiko for at beskadige ryg og muskler, at tabe godset over fædderne, få sår på hænderne etc. Det er ikke mindst det høje tempo i forbindelse med akkordarbejde, der er årsag til ulykkerne.

Snavs, røg, tempo, monotoni og uhensigtsmæssige arbejdsstillinger er også et problem.

Problemerne er størst i jern- og stålstøberier, hvor der støbes i sandforme, fordi materialerne er svært bearbejdelige med håndværktøjer og seriestørrelserne ofte er for små til at forrente investeringer i konventionelt automationsudstyr.

For at komme flest muligt til gode har rapportens forfattere fokuseret på støberier med over 30 ansatte.

To støberier har erfaringer med robotrensning

På Valdemar Birn fremstilles en stor del af emnerne i så store serier, at flere robotter til rensning er rentable. Også Dania har en størrelse, så en del emner køres i serier, der er store nok til at forrente en robot.



Kommercielle løsninger

I afsnittet om *Analyser og løsningsforslag* gennemgår forfatterne seks kommercielle løsningsforslag på automatiseret og semi-automatiseret anlæg.

De automatiske anlæg er:

- ABB Foundry fra Disamat.
- ABB eller KUKA fra Carat.
- Tricept 600 fra NEOS.
- ABB Foundry fra Vulcan Group.
- ABB 6400 eller KUKA fra Laempe.
- ABB eller specialrobot fra Lieber Automation.

De svagheder, robotløsninger har og som forhindrer robotrensning i at opnå større udbredelse, er:

- Hvor robotten griber emnet, skal det ligge med god nøjagtighed i et fikstur. Det er nødvendigt, da robot-systemet ikke har sensorer til at identificere emnets nøjagtige placering, før det gribes.
- Hvor robotten griber værktøjet (og emnerne ligger fast), er det nødvendigt at fiksere emnet på grund af de store kræfter, der kommer med den traditionelle, mekaniske slibning.
- Kræver stor løfteevne for robotten og derved en dyr robot. Dette er en generel svaghed ved den mekaniske slibning, både hvor robotten griber emnet, og hvor robotten griber værktøjet, idet proceskræfter kræver stærk robot.
- Der skal fremstilles en speciallavet griber for hvert emne, hvis robotten griber emnet.
- Programmering af nyt emne tager lang tid.
- Robotten skal indkapsles i kabine for at reducere støjgener og begrænse faren ved skivesprængning.
- Øvre grænse for emnestørrelse er bestemt af kabinneåbning.

Desuden har forfatterne gennemgået tre semiautomatiske anlæg. Det er Voka, Fox Cut-Off Cells og telemanipulatorer (Clansmann, Telerob, Thyssen, Vulcan Group).

De beskriver også en række udviklingsprojekter fra 80'erne og 90'erne. Der var tale om meget ambitiøse projekter, der muligvis ville give bedre resultater i dag, hvis de blev gennemført nu, fordi der er sket en udvikling inden for sensorer, computere, 3D-CAD og robotter.



I enkelte tilfælde skal emnerne efterbearbejdes manuelt.

Analyse af udgifter

Forfatterne har foretaget rentabilitetsanalyser på både større og mindre seriestørrelser. De viser, at ved store seriestørrelser (7000 emner om året) har omkostningerne ved indførelse af nye emner lille betydning. Derimod er det vigtigt, at de emner man lægger på robotten er optimerede med hensyn til robottid og robotens andel af rensarbejdet. Dette svarer godt overens med erfaringen fra Valdemar Birn, hvor man ikke opfatter omkostningerne ved emneskift som et problem, men derimod lægger en stor indsats i at optimere robotprogrammerne. Rentabiliteten ser fornuftig ud ved kun at benytte to skift. Det betyder, at man ved treholdsskift kan tillade sig at lægge emner på robotten, som kun kan forrente omkostninger til fikstur og griber.

Seriestørrelser på mellem 1000 og 4000 emner bliver i dag rensset manuelt, uanset om støberiet har rensrobotter eller ej.

Det vil være muligt at opnå en fornuftig rentabilitet for robotrensning af seriestørrelser mellem 1000 og 4000 emner, hvis det via udviklingsprojekter er muligt at reducere griber + fikstuumkostninger til en fjerdedel, og dermed vil det være realistisk at eliminere det ikke ubetydeligt belastende manuelle rensarbejde.



Fra opspændingsplanet køres emnerne ind i robotten.

Fordele og ulemper ved de forskellige teknologiske muligheder

Afvejning af teknologiske muligheder			
I det følgende er afvejet de forskellige teknologiske muligheder, som er tilgængelige for automatiseret rensning.			
ID	Tekst	Fordele/egenskaber	Ulemper
Fastholdelse af emne			
F1	Grib emne med robot - fikserede værktøjer (benyttes i Disamat).	Tillader tunge værktøjer. Plads til mange værktøjer. Billigere drivmiddel (indkøb og virkningsgrad) på værktøjer (el vs. hydraulik).	Kræver stor løfteevne for robot. Kræver speciallavet griber og fikstur.
F2	Besværligt værktøj - fikseret emne (benyttes i NEOS).	Kan benyttes til store emner. Kræver kun begrænset løfteevne for robot. Kan anvende fleksibelt opspændingsplan til fiksering af emne (store emner).	Svært/umuligt at skifte værktøj, hvis processen genererer meget støv. Kræver lette værktøjer (total løfteevne er begrænset til 150 kg) Kræver specialfikstur.
Renseprocesser			
M1	Flammeskæring	Godstykkelse < 120 mm. Hastighed = 400 mm/min 25 mm godstykkelse. Lav vægt. Ingen slitage på værktøj = intet behov for korrektioner. Intet støv.	Røg. Varme. Skal efterbehandles (dårlig præcision).
M2	Plasma	Godstykkelse < 120 mm. Hastighed = 800 mm/min ved 25 mm godstykkelse.	Støjende. Røg. Varme. Skal efterbehandles (dårlig præcision).
M3	Laser	Godstykkelse < 25 mm. Hastighed = 1000 mm/min ved 10 mm godstykkelse. God kvalitet af snit.	50% dyrere end oxygen/plasma. Følsom over for overflade- og legeringsvariationer.
M4	Vand	Godstykkelse < 100 mm.	Højere investeringsomkostninger

Skemaet fortsætter på side 10.

ID	Tekst	Fordele/egenskaber	Ulemper
Renseprocesser (fortsat)			
M4	Vand	Ingen slitage på værktøjer. Intet støv. Ingen opvarmning. Lille materialespild. Snævre radier kan skæres.	Høje driftsomk. Upræcis. Vandstrålen bøjer af ved store godstykkelser. Støjende. Lave hastigheder.
M5	Mekanisk	Høj hastighed (900 mm/min).	Værktøj slides = behov for korrektioner. Kræver stor kraft og dermed stiv robot. Støvende og støjende Stor vægt
M6	Spåntagende bearbejdning	God tolerance, ikke behov for efterbehandling. Der findes værktøj til kombineret rensning og fræsning (D31).	Værktøjet slides = behov for korrektioner. Kræver holdningsændring hos støberier.
M7	Lansning	Stor effektivitet. Tykkelse 200 mm.	Kun egnet til lige stykker. Behøver mere efterbearbejdning. Røg.
M8	Stansning	Hurtig, få sekunders cyklustid.	Dyrt. Ufleksibelt, kræver store omstillingsomkostninger. Giver ikke optimal kvalitet.
Robotprogrammering			
P1	Teach-in	Kræver intet CAD grundlag.	Tidskrævende. Kræver teknisk kunnen hos robotprogrammør.
P2	Off-line	Undgår at optage robotcelle under programmering. Kan være hurtigere end teach-in programmering (afhænger af benyttet system).	Kræver CAD grundlag. Kræver højtuddannet operatør. Robotprogram kan kun sjældent afvikles direkte - kræver kompensering for emnetolerancer, emneplacering, værktøjsslid o.l.
P3	Automatisk vha. kraftsensor	Kræver intet CAD grundlag.	Kræver manuel aktion. Kræver efterfølgende editering af program for kompensering for værktøjsslid. Ikke velegnet til skæring.

Fleksibel automatisk rensning

Foruden den fuldautomatiske robotrensning er det også muligt at bruge semiautomatiske anlæg til rensningsopgaver. Det sker ved, at en laserscanner aflæser overfladen på det ikke rensede emne og der genereres et program ud fra det scannede billede.

Fordelen ved denne metode er:

- Programmeringstiden reduceres.
- Der kræves ikke CAD grundlag.
- Den er velegnet til afgratning af finner.

Ulemperne er at:

- Sensoren skal integreres med robotstyring. Det er i visse tilfælde umuligt.
- Løsningen ikke er anvendelig til afskæring.
- Operatøren skal føre robotten langs emnet under programmering.
- Løsningen ikke er egnet, hvis der er stor variation i emnerne.
- Robotten skal formentlig korrigeres efterfølgende for at kompensere for elasticitet i robotten.

En del af de samme fordele og ulemper gælder ved joystick programmering.

Integreret design af emner, griber og fiksturer

En af de største udgifter ved skift af emne på robotten skyldes konstruktion og produktion af fikstur og griber. Omkostningerne bliver høje ved små seriestørrelser, og derfor er det en fordel at anvende nogle få standardgriber og fikstur, der kan anvendes til alle typer emner.

Fordelene er:

- Reduktion af omkostninger.
- Hurtig skiftetid mellem serier.
- Løsningen kan formentlig påbygges eksisterende robotceller.

Ulemperne er:

- Emnet skal være CAD-modelleret.
- Der skal bruges teach-in programmering.
- Øget indkøbspris for robotten.
- Øget indkøringstid for nye emner.
- Om slibekræfter kan optages gennem efterføder/indløb.
- Sidste operation vil være at skære emnet fri af efterføder/indløb, så dette snit kan ikke slibes.
- Mere volumen i efterføder/indløb, som skal omsmeltes.

Det er også muligt at bearbejde urensset støbegods i CNC-værktøjsmaskine. Derved elimineres rensning helt. Men ulempen er, at investering i et bearbejdningscenter næppe kan betale sig.

Håndtering direkte efter støbning

Håndtering og transport udgør tidsmæssigt ca. 30 pct. af rensarbejdet. Et bestemt svensk støberi har påvist, at det samme gods løftes 40 gange under produktionen.

Under alle disse kortere eller længere transporter er der risiko for at beskadige ryg og muskler, tabe godset over fødderne, få sår på hænderne. Da en del af arbejdet er akkordarbejde, øges risikoen for ulykker.

Det er desuden varmt, beskidt og farligt at plukke emnerne direkte efter støbning.

Derfor kan det være en fordel at lade en robot gribe fat i emnets indløb, mens det sidder i formen, og løfte det til et transportbånd, der enten fører det gennem en sandblæsestation til en plukkestation til senere rensning eller straks færdiggør rensarbejdet.

På den måde kan emnet være uberørt af menneskehånd gennem hele processen.

Fordelene er:

- Besparelser i antal håndteringer.
- Mere optimalt produktionsflow.

Ulemperne er:

- Løsningen er dyr, da der skal købes to robotter med tilstrækkelig løftekapacitet samt et antal mindre.
- Hele støbelinjen er afhængig af, om robotterne kører.
- Indløb skal designes ensartet.
- Øgede udgifter til omsmelting.
- Øgede krav til produktionslayout.
- Øgede krav til design.
- Tvivl om slyngrensning kan undværes.

For at støbegods kan renses af en robot, skal følgende problemer løses

- Konstruktion af fikstur, hvori emnet fikseres præcist.
- Konstruktion af griber, hvormed robotten griber emnet.
- Programmering af robotens bevægelser af emnet under skæring og afgratning.
- Indkøring af robotprogram i produktion.



Kun ved store serier har robotrensning hidtil kunnet betale sig.

Resultater:

- Fiksturerne er i deres nuværende udformning simple, effektive og billige.
- Pga. emnernes meget forskellige udformning er det ikke muligt at konstruere et modulært og generelt gribersystem, som kan konkurrere på pris og funktion med det eksisterende.
- Brug af simulering i forbindelse med design af fiksturer og griber vil eliminere økonomiske og tidsmæssige risici, så processen omkring udvikling af disse værktøjer gøres mere fleksibel.
- Simulering i planlægningsfasen vil effektivisere robotprogrammeringen.
- Krav om fortroligheden omkring kundernes CAD-modellers anvendelse og videre distribution til underleverandører kunne løses op for CAD-problematikken.
- Rensehusene efterspørger simpel, specialtilpasset simuleringssoftware, som præcis dækker deres behov.
- Der er mange softwaresystemer på markedet, som vil kunne specialtilpasses til støberierne.
- Kun få software-systemer modsvarer støberiernes investeringslyst: under 50.000 kr.
- Teknologien til mere fleksibel udvikling af programmer, griber og fiksturer bør indføres gradvist, så evnen til at tage imod den nye teknologi kan udvikles i takt hermed.

Der er tre krav til de støberier, der vil bruge robotter til rensning:

- IT-organisationen skal udbygges.
- Simulering skal indføres som dagligt værktøj.
- Off-line programmering skal indføres i virksomheden.

Problemerne kan kort opsummeres til:

- Brug af robotter til rensning forbedrer arbejdsmiljøet.
- De robotter, der er på markedet, udviser kun ringe fleksibilitet.
- Kun to danske støberier har en masseproduktion, som kan forrente et kendt robotanlæg.
- Branchen er domineret af små støberier, og investerings- og risikovilligheden er ikke stor.
- Tidligere udviklingstiltag har kun medført få resultater.
- Eksisterende anlæg kræver seriestørrelser på over 4000 for at være rentable.
- Omkostninger ved skift af emne skal reduceres til en fjerdedel for at gøre produktionen af årlige seriestørrelser på 1000 rentabel.
- Seriestørrelser under 1000 er det urealistisk at rengøre med robotter. Der kræves semiautomatiske løsninger.

Løsningsforslagene er:

- Forbedring af robotprogrammeringsmetoder.
- Forbedring af griber/fikstur-fleksibilitet.
- Øget automatiseringsgrad af semiautomatiske/fjernbetjente anlæg.
- Kombineret rensning og bearbejdning.
- Forbedring af produktionsflow samt robotiseret håndtering.

Gribere

Andre forslag, der ville gøre det muligt at anvende standardiserede griber – eksempelvis at lave en 'gribeknop' på alle emner, regnes ikke for realistiske.

Den eksisterende griber er i forvejen så simpel og effektiv, at det vil være svært at forbedre den yderligere. Den simple opbygning betyder, at den ikke kræver specialviden og fordyrende fremstillingsprocesser. Griberen kan skitsetegnes af støberiet, fremstilles af en underleverandør og serviceres af støberiet selv.

På grund af emnernes meget forskellige udformning er det ikke muligt at konstruere et modulært og generelt gribersystem, der kan konkurrere på pris eller funktion med det eksisterende. Men brug af simulering i designfasen vil være et stort skridt frem imod mere fleksibilitet og mindre serier på støberiernes robotiserede rensstationer.

Programmering

Den tid, det tager at programmere et nyt emne til robotrensning, er afgørende for, hvor små serier det kan betale sig at rense med robot. Især den tid, der bruges ved selve robotten, er afgørende, for i den tid kan robotten ikke bruges til andet.

Den ønskede fleksibilitet af griber og fiksturer ved små seriestørrelser kan bedst opnås ved at bruge simulering i designfasen.

En del af programmeringen kan foretages med teach-programmering, men der er mulighed for besparelser ved off-line programmering.

Der er tre kategorier af systemer til off-line programmering:

- Store markedsdominerende systemer med mange forskellige funktionaliteter og understøttelse af et stort antal robotfabrikater. Bruges typisk i meget store virksomheder. Processpecialiserede udvidelsesmuligheder kan købes som tilbehør.
- Systemer udviklet af en robotproducent. Systemer i denne kategori understøtter typisk kun producentens egne robotter. De kan til gengæld ofte simulere robot-kontrollerens opførsel i mindste detalje.
- Systemer, der er udviklet af mindre, uafhængige softwareleverandører. De understøtter typisk et antal forskellige robotfabrikater og ligger prismæssigt i den billige ende. De har eksisteret i mange år, men er blomstret op de senere år.

Off-line programmering

For at reducere programmeringstiden på selve robotten fremstilles robotprogrammet på kontoret ud fra CAD information.

Udover at spare tid på robotten betyder det, at viden om robotprogrammeringen opsamles centralt. OLP-systemet kender processerne, og når der kommer nye værktøjer til, skal der kun rettes ét sted.

Men ulempen er, at det vil være nødvendigt at korrigere programmet på robotten for at kompensere for unøjagtigheder. Det kræver en højtuddannet operatør, emnet skal være tegnet i 3D i CAD, og visse (store) kunder kræver, at 3 D CAD-filen af konkurrencehensyn ikke må anvendes i fremmed software.

Nedenstående er en tabel til sammenligning af OLP-systemernes nøgledata.		
System	Egnethed mht. specialtilpasning	Pris/ DKK
eM-Workplace	Velegnet til tilpasning af tredjepart	300.000
IGRIP	Velegnet til tilpasning af tredjepart	313.275
DTPS	Mindre egnet til tredjeparts tilpasning	67.223
Robot Studio	Velegnet til tilpasning af tredjepart	112.463
FAMOS	Mindre egnet til tredjeparts tilpasning	90.000
Ropsim	Kan formentlig tilpasses af producenten	138.000
RinasFett	Kan formentlig tilpasses af producenten	300.000
Easy-Rob	Uegnet til specialtilpasning	42.000
THOR	Kan tilpasses af producenten	125.000
THOR Basic	Kan tilpasses af producenten	35.000

Der er en række forhold, som p.t. hæmmer udbredelsen af robotiseret rensning i støberierne, men det er muligt at påvirke og ændre disse forhold. Den fornødne teknologi er til rådighed og har bevist sit værd i andre brancher.

Støberibranchens udfordring er i denne forbindelse at bearbejde og udvikle holdninger og kompetencer som en forudsætning for overgang til mere fleksibel og moderne programmering af robotter.

Adgang til CAD-modeller

Et af problemerne med at anvende off-line programmering i de danske støberier er adgangen til CAD-data. Både kunder og støberier har meget fokus på fortroligheden omkring kundernes CAD-modeller, og det betyder begrænset adgang til data. Men en del af problemet er også, at der hidtil ikke har været noget stort behov for dem.

Simulering og off-line programmering kræver CAD-data. En mulighed kunne være 3D-scanning af et støbt emne før simulering og off-line programmering, men forfatterne vurderer, at teknologien er for kostbar og for sart.

- Robotprogrammøren kan ikke altid følge griberkonstruktørens mening med griberens udformning. Det betyder, at programmet ikke altid bliver optimalt.
- Der bruges meget tid på transport af disketter med programmer. En netværksløsning kunne optimere dette.
- Programmøren har ofte svært ved at forestille sig, at programmeringen kan foregå bedre.
- Der bruges meget tid på at få programdelen til at gribe emnet i fiksturet så præcist som muligt.

Indkøring i produktionen

Indkøring i produktionen kan enten ske efter simulering og teach programmering. Det vil give overblik over det samlede forarbejdningsforløb lige fra starten, og man vil kunne afrunde de overordnede linjer før enkelte detaljer finpuds ses. Det vil efterfølgende give en kortere og mere effektiv indkøringsperiode.

Sker indkøringen efter simulering og off-line programmering, vil de fleste detaljer være på plads allerede før indkøring begynder. Indkøringstid og -omkostninger vil være reduceret betydeligt og produktionsflowet vil blive berørt langt mindre af indkøringen af et nyt emne, end tilfældet er i dag.

I enkelte brancher er det lykkedes at eliminere indkøringsfasen takket være off-line programmering, men det står næppe øverst på dagsordenen i støberierne.

Opsummering

Målsætningen om at udvikle fleksibel programmering og fleksible gribere understøttes af den teknologi, som i dag er på markedet. Rent teknisk er der ikke væsentlige hindringer for at gennemføre de tiltænkte tiltag.

Men målsætningen bør opfyldes i etaper. Systemer til mere fleksibel udvikling af programmer, gribere og fiksturer bør indføres gradvist, så organisationernes parathed og evne til at tage mod den nye teknologi kan udvikles i takt hermed.

Disse tiltag bør udvikles successivt over en længere periode:

- Opbygning af IT-organisation og arbejdsprocedurer, som understøtter tilvejebringelse af CAD-data og moderne anvendelse af robotter.
- Indføring af simpelt simuleringsværktøj til beregning, design af griber og fiksturer samt under planlægning af robotens bevægelse.
- Udvidet brug af softwareværktøjet, så det også bruges til at programmere renserobotterne off-line.

De første tiltag kan evt. efterfølges af mere ambitiøse tiltag som f.eks.:

- Indføring af 3D-scanning af støbeemner med henblik på mere præcis emnemodellering.
- Indføring af standardiserede gribe knopper på alle støbeemner med henblik på fleksibel robotrensning.
- Automatisk off-line generering af programmer til sensorbaseret rensning af støbegods, så indkøring elimineres.



Krav

Analysens hovedresultat er, at robotbaseret rensning kan udbredes gennem en serie tiltag, som gradvist styrker støberiernes teknologiniveau. Succesen af hvert enkelt tiltag vil have indflydelse på, om det næste sættes i gang.

De vigtigste tiltag er:

- Udbygning af IT-organisationen.
- Indføring af simulering som dagligt værktøj.
- Indføring af off-line programmering i virksomheden.
- En detaljeret softwarespecifikation bør udarbejdes i tæt samspil med ét eller flere støberier i det tilfælde, at tiltaget skal implementeres. Det bør ske som en integreret del af et fremtidigt implementationsprojekt.

Ny billig robot



Støberiet Dania har, efter at forskerne fra Amrose færdiggjorde deres rapport, købt nogle små japanske robotter. De fungerer godt til emner op til 20 kilo og er kun halvt så dyre som traditionelle robotter. Desuden kan man nøjes med et fikstur, som kun koster 4-10.000 kr. per stk. En operatør kan betjene to maskiner.



På den lille japanske robot lægges emnet direkte i fiksturet i midten.



CO-industri

Vester Søgade 12³, 1790 København V. Tlf. 3363 8000

Mail: co@co-industri.dk

www.co-industri.dk



Dansk Industri

HC Andersens Boulevard 18, 1787 København V. Tlf. 3377 3377

Mail: di@di.dk

www.di.dk



Ledernes Hovedorganisation

Vermlandsgade 65, 2300 København S. Tlf. 3283 3283

Mail: lh@lederne.dk

www.lederne.dk



Helma Grafisk/524880

