

Nyudvikling af højeffektiv kontinuerlig blanding i vådsandssystemer

Andre Klimm, Managing Director, Simpson Technologies (Deutschland) GmbH

Indledning

Det globale marked for komplekst støbegods af høj kvalitet har altid været stærkt konkurrencepræget. For at kunne massefremstille støbegods med lavere omkostninger har de førende producenter af formmaskiner siden 60-erne været tvunget til at udvikle større og hurtigere maskiner, der med et mindre energiforbrug og mindre arbejdskraft kan fremstille flere forme pr. tidsenhed.

Et væsentligt bidrag til denne udvikling skete i begyndelsen af 60-erne da Disamatic formmaskiner, patenteret i 1957, blev vist på GIFA i 1962. Afledt af denne udvikling indså

Simpson, at et behov for hurtigere formmaskiner og forbedret godskvalitet gjorde det nødvendigt at kunne forbedre og forøge tilberedning af vådsand. I 1957 tog de patent på en kontinuerlig mixer kaldet Simpson Multi-Mull.

Bevæggrundene for udviklingen af Simpson Multi-Mull i 1960-erne eksisterer fortsat i dag. For eksempel kunne en DISAMATIC® 2013Mk5-B fra 1980-erne fremstille op til 360 ukærnedede forme. I dag kan en DISAMATIC D3B-555 fremstille op til 555 forme, en produktionsforøgelse på 54 %. Ved at investere i 2 stk. D3B-555's ville sandbehovet således være fordoblet for at kunne udnytte potentialet af de nye formmaskiner.

I denne artikel beskrives, hvordan den kontinuerlige mixer Simpson Multi-Mull virker, og hvordan et støberi i sit sandtilberedningssystem kan spare 30-50% i energiomkostninger og mere end 30 % i installationsomkostninger ved at opgradere sine batchmixere til Simpson Multi-Mull.

Hvert støberi har sit behov

Hvert støberi har sit eget behov for tilberedning af formsand. Små til mellemstore støberier kan nøjes med en batch-mixer (fig. 1), mellemstore til store støberier anvender ofte en speedmullor (fig. 2) mens meget store støberier med fordel kan anvende kontinuerlige mixere (fig. 3).



Fig. 1: Simpson Mix-Muller



Fig. 2: Simpson Speedmullor



Fig. 3: Simpson Multi-Mull®

Følgende eksempel på fordelagtig udskiftning af batchmixere stammer fra et stort DISA jernstøberi, hvor der tidligere anvendtes 6 stk. 100B-250 Simpson Speedmullor, hver med en kapacitet på 2.720 kg og 120s cyklistid, svarende til 82 t/time. Disse 6 mixere producerede således totalt $6 \times 82 = 492$ ton sand pr. time. Det totale energiforbrug var 1100 kW eller 0,447 ton sand/kW

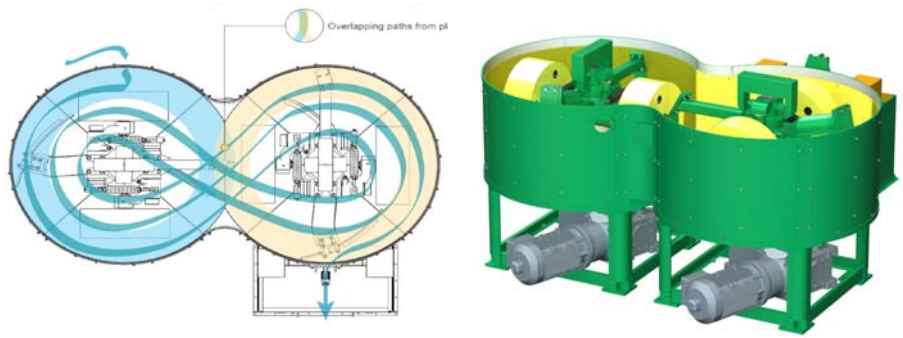


Fig. 4: Blandeprincip i en Simpson Multi-Mull

Disse 6 speedmullors blev erstattet med 4 stk. 26G-400 Simpson Multi-Mulls, hver en kapacitet på 8.845 kg og 150s tilbageholdelsestid, svarende til 212 ton/time. Disse 4 mixere producerer således totalt $4 \times 212 = 848$ ton sand pr. time. Det totale energiforbrug er 1.175 kW eller 0.721 ton sand/kW. Det vil sige, at sandproduktionen er øget med 356 ton/time og 0,274 ton/kW (61 % mere end ved batch-mixing).

Hvordan virker en Simpson Multi-Mull®

Intensiv mixing

Den kontinuerlige Multi-Mull virker efter samme princip som en kollergang, dog med et anderledes blandemønster, idet to sæt modroterende valser tilbageblender en stor mængde sand, der holdes tilbage mellem valserne mens resten af sandet gennemgår et 8-talsvandring mod udtømningssiden (fig. 4). Fordi sandet blandes kontinuerligt bliver sandegenskabernes spidsværdier udjævnet. Fordi sandet undergår en kontinuerlige tilbageblanding mellem valserne forhindres "først-ind/først-ud" effekten og variationer i retursandets egenskaber elimineres.

Både tilførslen af sand og mængden tilbageholdt sand kan varieres efter produktionsbehov. Sensorer, der overvåger motorbelastningen, regulerer en trykluftstyret udtømningslem, så der opretholdes et konstant sandvolumen i mixeren og en ønsket tilbageholdelsestid for forskellige

produktionsbehov. Bemærk, at når systemet først er kommet i ligevægt vil udtømningsmængden svare til tilførselsmængden af retursand.

Tilbageholdelsestid

I modsætning til en batchmixer bruger en kontinuerlig mixer ingen tomgangstid til charging og udtømning, og derfor er den effektive blandetid lig med sandets tilbageholdelsestid i mixeren (fig. 5).

Uden belastning forbruger en given batchmixer ca. 220 kW (fig. 6). Ampereforbrugte stiger efter sandtilsætning, start af blanding og dosering af vand og additiver. Efter et kortvarigt forløb falder ampereforbruget lidt og stiger efterfølgende igen når bentonitten aktiveres. Ampereforbruget falder umiddelbart efter at udtømningslemmen åbnes. Et sådant forløb er karakteristisk for alle typer batchmixere. En kontinuerlig mixer har derimod et konstant og mindre

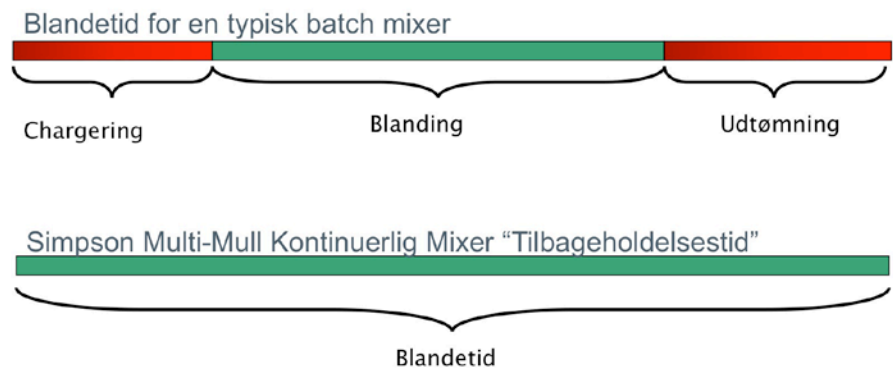


Fig. 5: Effektive blandetider for batch- og kontinuerlig mixer

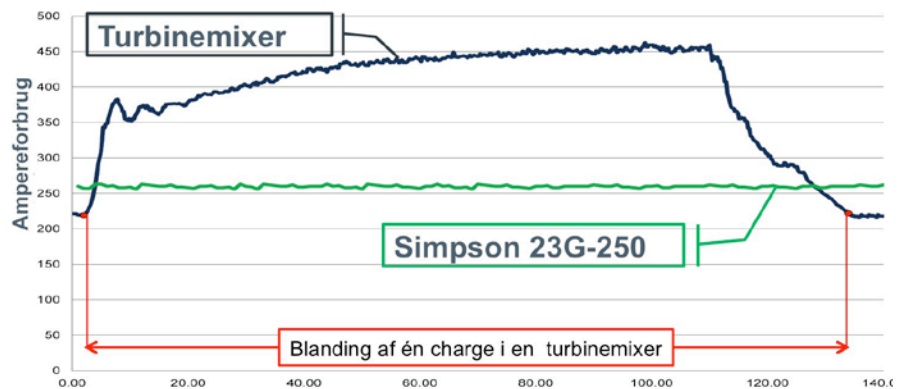


Fig. 6: Ampereforbrug af en batch- og en kontinuerlig mixer.

energibehov for en given sandmængde, og derfor er energiforbrug/ ton sand i en kontinuerlig mixer væsentligt mindre.

Sand- og vandtilsætning

Ved hjælp af et transportbånd forsynes mixeren kontinuerligt med retursand, og der tilsættes samtidigt vand (fig. 7)

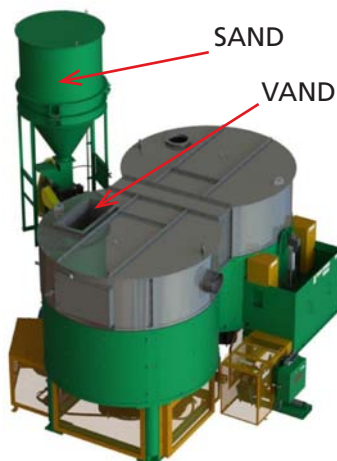


Fig. 7: Sand- og vandtilsætning

Til højhastighedsformning er kontrol af retursandets temperatur afgørende vigtigt. En Simpson Multi-Cooler (fig. 8) kan forsyne mixeren med sand, der er afkølet til en temperatur, der sikrer optimal sandblanding. Desuden udjævner forblandingen variationer i retursandet, og retursandets fugtindhold kan holdes stabilt på 2.0 +/- 0.2 %.



Fig. 8: Simpson Cooler

En batchmixer blander en given mængde sand i en bestemt cykustid, fx 2,5 t i 125 s-2,5 t i 125 s etc. Dette betyder at formmaskinens sandsilo altid modtager den

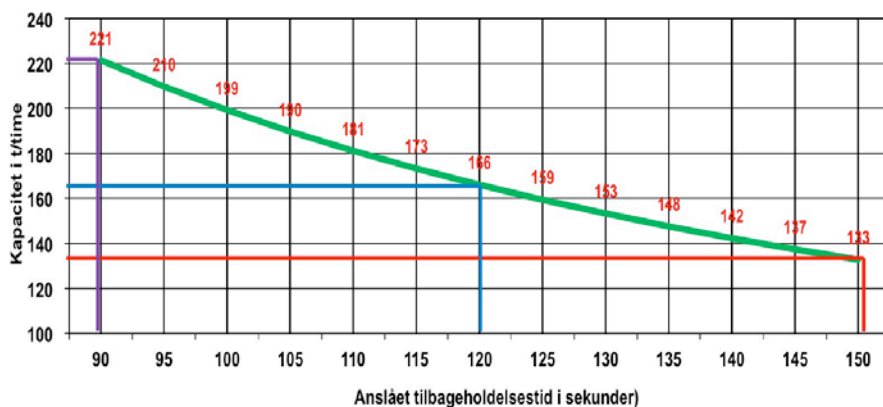


Fig. 9: Tilbageholdelsestider efter formmaskinens behov

samme mængde sand. Men når der produceres små emner er behovet for sand stort, og når der produceres store emner er behovet mindre.

En Multi-Mull kan efter behov producere mere eller mindre sand, fx 221, 166 eller 133 ton med en tilbageholdelsestid på henholdsvis 90, 120 eller 150 s.

Fordi en multi-mull arbejder kontinuerligt kan sandtilberedningen afpasses nøjagtigt efter formmaskinens behov, hvilket ikke er muligt med en batchmixer (fig. 9).

Derfor har sandet stabile egenskaber og risiko for udtørring på grund af for stor færdigblandet mængde minimeres.

Når formmaskinen stopper, fx ved maskinefejl eller mangel på jern eller kerner, stopper multi-mull mixeren også, selv om den er fyldt med sand. Ved hjælp af en specialkobling kan maskinen dog genstartes under fuld belastning.

Tilsætning af bentonit

Bentonit tilsættes vha. en fødesnegl (fig. 10) i siden af mixeren lige over sandniveauet. Fødesneglen forsynes fra en silo, typisk på 1.5 m³, som er placeret på vejeceller, der overvåger vægt og vægtændring under dosering. Denne vægtovervågning sammen med en Simpson Hartley kontrolenhed gør det muligt at bentonit-tilsætning er konstant, også med varierende mængder sand. Vejeceller sørger også for, at der meldes, når siloen er ved at løbe tør for bentonit.



Fig. 10: Fødesnegl til bentonit

Dynamisk blanding

Mixerens blandingsvalser er monteret på uafhængigt fjederbelastede ophæng. Under blandingprocessen øges sandets volumen med 40 % mens styrken tiltager. Til at begynde med er valsetrykket X, men under volumenforøgelsen løfter valserne sig og trækker i trykfjedrene, hvilket resulterer i et større valsetryk Y (fig. 11). Dette større tryk giver en bedre æltning og komprimering af sandmassen.

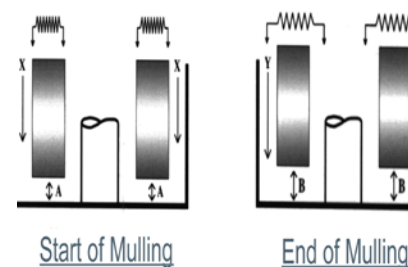


Fig. 11: Dynamisk blanding

Kontrolleret tømning

Mixeren tømmes løbende gennem en regulerbar udtømningslem, der styres således der tilbageholdes et konstant sandvolumen i mixeren (fig. 12).



Fig. 12: Servostyret udtømningslem

Automatisk formsandkontrol

En Simpson-Hartley kontrolenhed (fig. 13) styrer alle materialetilsætning ved kontinuerlig måling af retursandets temperatur og fugtighed. Sensorerne hertil er placeret over retursandbåndet, og samtidigt udtages løbende prøver til bestemmelse af fortætningsgraden af det færdigblandede formsand. Ved hjælp af kontrolenheden reguleres alle tilsætning, sandprøver og øvrige maskinfunktioner automatisk.

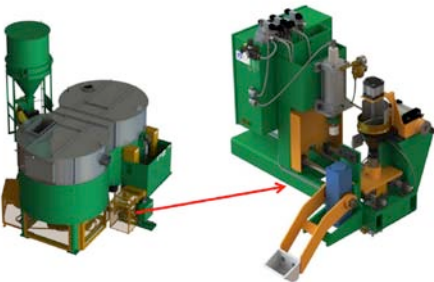


Fig. 13: Simpson Hartley kontrolenhed

Sliddele

Blandevalserne er fremstillet af urethan med en kerne af støbejern. Visuelle slidindikatorer (fig. 14) viser, hvornår valserne skal drejes for at øge levetiden. Specielle løftehuller gør det muligt at justere eller udskifte valserne enkelt og sikkert.

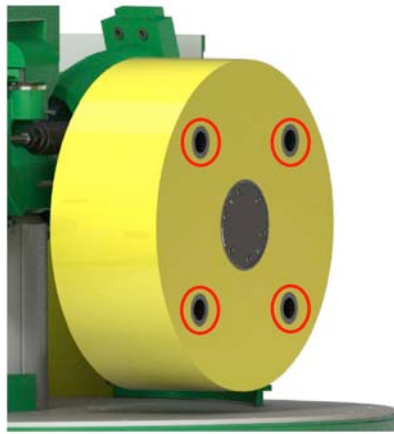


Fig. 14: Valse med slidindikatorer

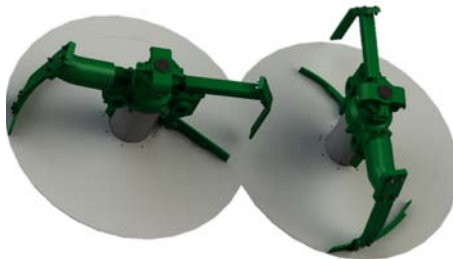


Fig. 15: Karbidbelagte skraber og hårdmetal bundplade



Fig. 16: Mixerside med uretan foring

Mixerens skraber er fremstillet i støbejern og karbidbelagt, mens bundpladen er fremstillet i hårdmetal (fig. 15).

Mixerens sider er af rustfrit stål og foret med en uretan belægning (fig. 16).

Mindre vedligeholdelse

Mixeren er lukket med et dæksel for at undgå støvudslip og øge sikkerheden. Dækslet er fremstillet i rustfrit stål for at nedsætte korrosion.

Mixerens sider er fremstillet af rustfrit stål og udtømningslem-

men i forkromet stål for at forlænge levetiden af disse maskindele.

Central smøring sørger for, at alle dele smøres ensartet uden behov for adgang til mixerens indre (fig. 17).

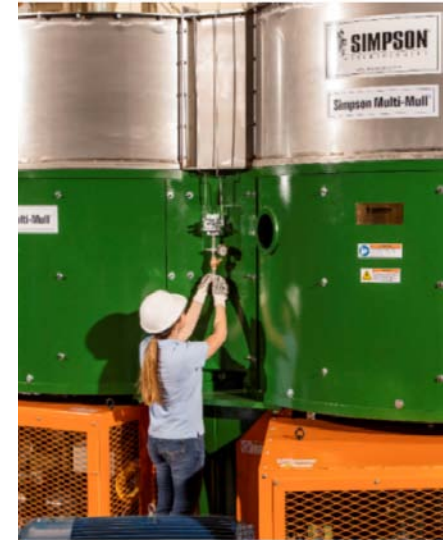


Fig. 17: Central smøring

Nem vedligeholdelse

En operatørplatform er i niveau med mixerbunden (fig. 18.) Betydelige dele af sidevæggen og toppen kan nemt fjernes og giver forbedret adgang for vedligeholdelsespersonale og for brug af løfteudstyr.

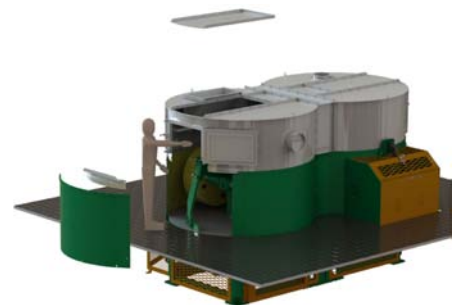


Fig. 18: Nem tilgang

Smart styring

Kølevandmængden til gearkassens oliecooler styres af olietemperaturen (fig. 19) og dermed reduceres vandbruget og -udledning.

Vibrationssensorer på gearkassen og temperatursensorer på drivmotorerne muliggør forebyggende

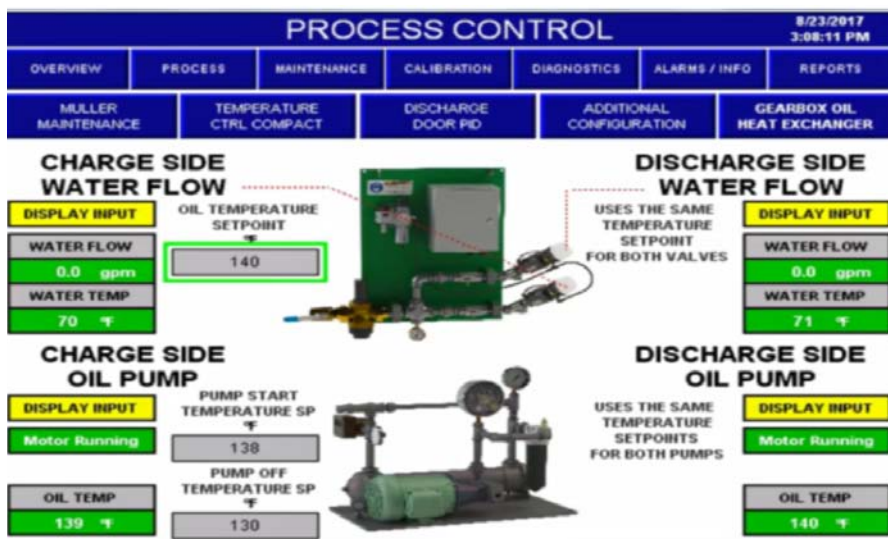


Fig. 19: Styling af vandkøling

vedligeholdelse og forhindrer skader ved standsning af mixeren ved overbelastning (fig. 20).



Fig. 20: Temperatursensorer

Løbende innovation

Mixeren er forsynet med næste generations elektronisk synkroniserede drivmotorer (fig. 21).

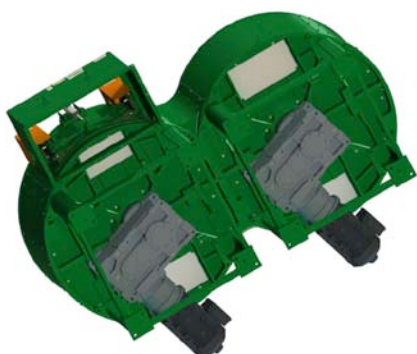


Fig. 21: Elektronsik synkroniserede drivmotorer

Case Study

Følgende case study er fra et støberi, der fremstiller småt hydraulikgods fra 0.5 – 16 kg til automobilindustrien og årligt produ-

cerer 55.000 ton SG-jern på 1x DISA 230B og 1x DISA 231B. Den eksisterende turbine batch mixer blev erstattet med en kontinuerlig mixer.

Formsandberedning før:

- 1 Turbine batch mixer
- Total cyklostid – 125 s.
- Batchvægt – 4.535 kg.
- Kapacitet – 131 t/time
- 1 Simpson Hartley kontrolenhed
- 2 Aeratorer ilter formsandet før det tilsættes formmaskinerne.

Formsandberedning efter:

- 1 Simpson 23G-250 Multi-Mull (fig. 22)
- Tilbageholdelsestid– 150 s.
- Tilbageholdt volumen – 5.445 kg.
- Kapacitet - 131 t/time
- 1 Simpson Hartley kontrolenhed
- 2 Aeratorer ilter formsandet før det tilsættes formmaskinerne.



Fig. 22: Simpson 23G-250

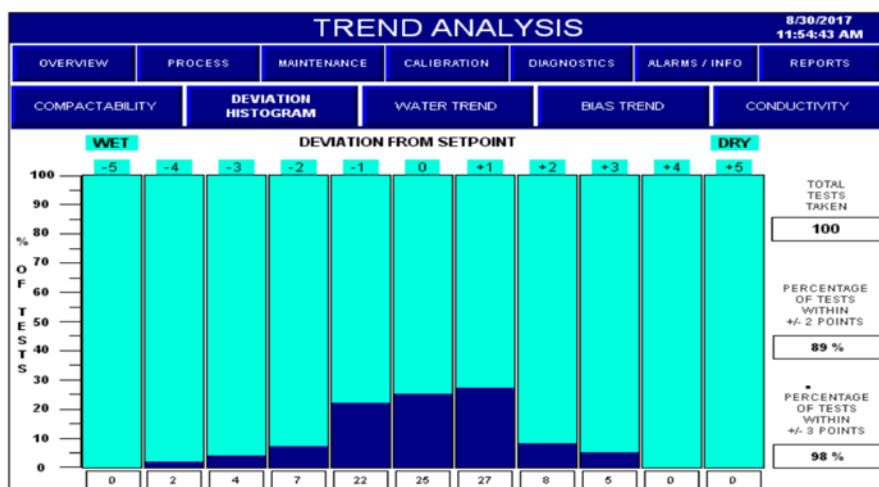


Fig. 23: Kontrolmålinger

Laboratoriemålte sandværdier

Egenskab	Multi-Mull	Turbine Mixer
Fortætningsgrad	36	35
Fugtindhold (%)	3.41	3.38
Methylblåtprøve (%)	10.9	10.7
Vådstyrke (N/cm ²)	22.3	23.4
Luftighed	95	97
Sandtemperatur (°C)	45	42

Fig. 24: Laboratorieresultater

Ved kontrolmålinger under skiftende forhold med små tolerance var 89 % af prøver indenfor +/- 2 points og 98 % indenfor +/- 3 points (fig. 23).

Laboratorieresulater viser at sandegenskaberne er stort set ens (fig. 24).

Batch type Turbine mixer	Kontinuerlig type Multi-Mull mixer
2 stk. 220 kW Turbinemotorer	1 stk. 183,8 kW Drivmotor
2 stk 15 kW mixer-motorer	
1 stk. 3,6 kW motor til udtømningslem	1 stk. 1,4 kW motor til udtømningslem
I alt 5 stk = 473,6 kW total	I alt 2 stk = 185,2 kW

Fig. 25: Energiforbrug batch vs kontinuerlig mixer

Ampereforbruget før og efter (fig. 25) viser, at Simpson mixeren bruger 60 % mindre energi. Dette skyldes, som tidligere omtalt, at en kontinuerlig mixer ikke har et energiforbrug til fyldning og tømning (fig. 6).

Sammenfatning

Kravet om forøget produktivitet med hurtigere formfremstilling og længere kølestrækninger har øget behovet for færdigblandet formsand.

Yderligere har kravet til et mindre energiforbrug, dels af økonomiske, dels af miljømæssige grunde, været i fokus.

Desuden forventes af nutidens maskinudstyr, at det kræver minimal operatørkontrol og minimale vedligeholdelsesomkostninger.

Med en Simpson Multi-Mull opnås med samme pladsbehov de samme eller bedre sandegenskaber som

en batch mixer kan levere.

Til blanding af samme mængde formsand bruger en Simpson Multi-Mull 60 % mindre energi, og under realistiske arbejdsforhold spares i gennemsnit 36 % i energiomsætninger.

Til sammenligning med en batch mixer har en multi-mull færre komponenter, fx har en turbine batchmixer 5 motorer og en multi-mull kun 2. Dette nedsætter vedligeholdelses- og driftsomkostningerne.

Ved automatisering af mixerens funktioner kan behovet for faglært arbejdskraft minimeres eller helt undgås.

Artiklen er baseret på et foredrag holdt under GIFA 2019 og er bearbejdet for STØBERIET af redaktionen.