

Optimaliseren van de technische bedrijfsvoering

In deze publicatie wordt een 'tool' aangeboden om te komen tot het optimaliseren van de technische bedrijfsvoering. Deze tool is ontwikkeld in het kader van het project "Procesinnovatie Verspaning voor MKB-bedrijven". Naast deze publicatie zijn ook vijf andere tools ontwikkeld en uitgegeven in de vorm van een publicatie (te downloaden via <http://www.verspaning-online.nl>):

- TI.05.28: "CAD/CAM systemen; Selectie, keuze en implementatie";
- TI.05.29: "Innovatieve verspaningsmachines; Selecteren, kiezen en implementeren";
- TI.06.30: "Toepassen van slimme opspanmiddelen";
- TI.06.31: "Moderne verspaningstechnieken; Efficiënte en betrouwbare verspaningsmethoden voor draaien en frezen";
- TI.06.32: "Automatiseren van de handling van bewerkingsmachines".

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Algemeen	1
1.2	Strategie en marktpositie	1
1.3	Inleiding productorganisatie	2
2	Optimalisatie van de technische bedrijfsvoering	4
2.1	Invloed technische bedrijfsvoering op de markteisen	5
2.2	Centraal programmeren versus decentraal programmeren	5
2.3	Gereedschapbeheer	5
2.3.1	Gereedschap samenstellen	6
2.3.2	Gereedschap voorinstellen	6
2.3.3	Gereedschapopslag (centraal/decentraal)	7
2.4	Werkplaatsinrichting/productie lay-out	7
2.5	Werkplekorganisatie	8
2.6	Omsteltijd reductie	9
2.7	Samenvatting	9
3	Hoe te komen tot verbetering van de technische bedrijfsvoering	10
3.1	Analyse	10
3.2	Verbeterplan	11
3.3	Implementatie	11

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Door sterk toenemende concurrentie verdient procesinnovatie de volle aandacht van de verspanende industrie. Om de concurrentiepositie te versterken, vergroten deze bedrijven hun toegevoegde waarde door technologische procesinnovaties, het maken van zowel complexe producten, als wel kostprijsverlaging door het toepassen van nieuwe verspaningstechnologieën.

Het implementatieproces van moderne productietechnologieën is echter voor elk bedrijf anders. Dit wordt met name veroorzaakt door de uiteenlopende kenmerken (materiaalsoorten, geometrie, afmetingen, nauwkeurigheden, bewerkingen, seriegroottes, enz.) die de producten hebben die de afzonderlijke bedrijven maken. Anderzijds heeft dit ook te maken met het feit dat elk bedrijf haar eigen specifieke productiemiddelen en (CAD/CAM)systemen heeft.

De ontwikkelingen op het gebied van verspanende productietechnieken gaan razendsnel en voor bedrijven is het moeilijk deze ontwikkelingen bij te houden. De doelstelling van het kennisoverdrachtproject "Procesinnovatie Verspaning voor MKB bedrijven" is het opheffen van het kennistekort bij verspanende bedrijven met betrekking tot de toepassing van nieuwe verspaningstechnologieën.

1.2 Strategie en marktpositie verspanende bedrijven

Markt

Mondiaal gezien blijft de markt voor de industrie een groeimarkt. De industrie in Nederland wordt echter wel geconfronteerd met een sterke toename in concurrentie door globalisering. De productie van laagwaardig en repetitief werk verdwijnt steeds vaker naar lage lonen landen.

Uitbesteders (vaak grote bedrijven) gaan zich steeds meer toeleggen op hun kernactiviteiten: productontwikkeling, design, marketing en verkoop. Zij gaan meer uitbesteden en stoten eigen productiefaciliteiten af, maar tegelijkertijd verminderen ze het aantal toeleveranciers waarmee ze zaken doen. Van dat kleinere aantal toeleveranciers vragen zij meer, namelijk completer toeleveren en het toepassen van innovatieve productietechnologieën.

De Nederlandse industrie richt zich op complexe producten en productieprocessen met een hogere toegevoegde waarde. Deze complexe producten worden steeds kleiner en nauwkeuriger. De 'lifetime cycle' en 'time to market' van deze producten worden steeds korter.

Verspanende bedrijven (toeleveranciers) zijn in Nederland grof onder te verdelen in de volgende drie categorieën:

- a. *Regionale (kleine) bedrijven die zich richten op onderhoud, service en het leveren van kleine series producten voor vaste klanten in de regio.*
Het bestaansrecht van deze bedrijven is snelheid en flexibiliteit. Er is relatief weinig sprake van prijsdruk.
- b. *Toeleveranciers die zich richten op seriematige (repeat) productie.*
Het grootserie eenvoudige werk, met een hoge looncomponent in de kostprijs, verdwijnt naar lage lonen landen zoals bijv. China, Tsjechië en Turkije. Kenmerkend voor het type werk dat uit Nederland verdwijnt is, dat het eenvoudig, arbeidsintensief, en met beperkte kennis en investeringen te produceren is. Complexe seriematige productie, met hoge kwaliteitseisen (kritische producten) blijft in Nederland. Om deze productie concurrerend te kunnen blijven aanbieden, moet er veelal worden geïnvesteerd in productieautomatisering (bijv. door robotisering of palletisering). Deze bedrijven maken de slag van arbeidsintensieve productie naar geautomatiseerde productie en worden hierdoor productiespecialisten. Naast productieautomatisering worden deze bedrijven door de uitbesteders steeds vaker betrokken bij het productontwerp (maakbaarheid) en productieontwikkeling.
- c. *Gespecialiseerde toeleveranciers in de productie van kleine series complexe producten.*

Deze bedrijven specialiseren zich in maakbaarheid, prototyping, aanloopseries en productieontwikkeling. Vaak zijn de opdrachten eenmalig, wat betekent dat de werkvoorbereidingstijd hoog wordt t.o.v. de productietijd. Deze bedrijven moeten innovatieve productieprocessen beheersen en veelal voorop lopen in productietechnologieën; zoals geavanceerde CAD/CAM systemen en bewerkingsmachines. Ook deze groep bedrijven moeten om economische redenen meer gebruik maken van geautomatiseerde productiemiddelen.

Materialen/producten

De prestaties van machines, apparaten en gereedschappen moeten steeds verder omhoog. Apparaten moeten bijvoorbeeld steeds sneller bewegen. Hierdoor is het noodzakelijk om lichtere materialen toe te passen.

Lichtere materialen, zoals aluminium, titanium en magnesium stellen specifieke eisen aan de bewerkingsmachine, het verspaningsgereedschap en de verspaningscondities.

Een andere trend is dat machines, apparaten, machine-onderdelen en gereedschappen worden ingezet onder zwaardere condities. Denk hierbij aan hogere temperaturen en het in aanraking komen met agressieve gassen en vloeistoffen. Ten behoeve van deze applicaties worden exotische materialen zoals onder andere Inconel, Hastelloy en Monel ingezet. Deze materialen zijn vaak lastig te verspanen, maar met de juiste gereedschappen en verspaningsmethoden wel zeker mogelijk.

Ook het verspanen van (ge)harde materialen is momenteel goed mogelijk. Bijvoorbeeld het frezen van een matrijs uit gehard staal. Het verspanen van (ge)harde materialen stelt hoge eisen aan de stabiliteit, stijfheid en rondloopnauwkeurigheid van de bewerkingsmachine, maar ook hier zijn met de juiste gereedschappen en verspaningsstrategieën veel voordelen te behalen.

Een heel andere trend is de behoefte aan steeds kleinere producten (miniaturisering). Deze producten bestaan steeds vaker uit uiterst nauwkeurige precisieonderdelen. Het produceren van deze kleine precieze producten wordt ook wel 'Swiss Machining' genoemd.

Markteisen

Belangrijk voor de continuïteit van toeleverende bedrijven is dat deze bedrijven strategische keuzes maken in welke markten, producten en processen men zich wil specialiseren. Het maken van strategische keuzes op deze gebieden heeft ook consequenties voor de bijbehorende klanteisen. Hierbij moet men denken aan:

- ▶ de kostprijs;
- ▶ de leverbetrouwbaarheid;
- ▶ de productkwaliteit;
- ▶ de doorlooptijd;
- ▶ de flexibiliteit/snelheid (aanpassingsvermogen van een bedrijf aan (snel) wijzigende klanteisen).

Afhankelijk van welke markten een bedrijf bedient, zien we een toenemende druk op bovenstaande markteisen. In tabel 1 worden de oplossingsrichtingen benoemd die (kunnen) bijdragen aan het verbeteren van de prestaties van een bedrijf op deze markteisen.

1.3 Inleiding productie-organisatie

Ordervererving

Als we een willekeurig productiebedrijf beschouwen, dan kunnen we daarin twee trajecten onderscheiden die te maken hebben met de voortbrenging. Het eerste traject betreft het verwerven van orders, wat we zullen aanduiden als het 'orderverwervingstraject' (zie figuur 1).

Het tweede traject betreft het realiseren van de verworven orders (opdrachten van klanten), wat we zullen aanduiden als het 'ordertraject' (zie figuur 2).

De meeste van deze klanteisen zijn te beïnvloeden door de wijze waarop de organisatie is ingericht.

In de stroomschema's van figuur 1 en 2 staan 'functies' aangegeven en geen afdelingen. In kleine bedrijven worden bepaalde functies vaak door één persoon vervuld of zijn zelfs meerdere functies in één persoon verenigd.

tabel 1 Matrix markteisen versus oplossingsrichtingen

oplossingsrichtingen	markteisen						
	onbemand produceren	automatiseren van de handling	automatiseren van werkvoorbereiding en planning	compleetbewerkingen (5-assig frezen, draai-freescentra)	hogesnelheidsverspanen	standaardiseren van opspan- en verspaningstechnologie	lean manufacturing
kostprijsverlaging	■	■	■	■	■	■	■
doorlooptijdverkorting		■	■	■	■	■	■
leverbetrouwbaarheid			■				■
productkwaliteit				■		■	
flexibilisering			■	■		■	■

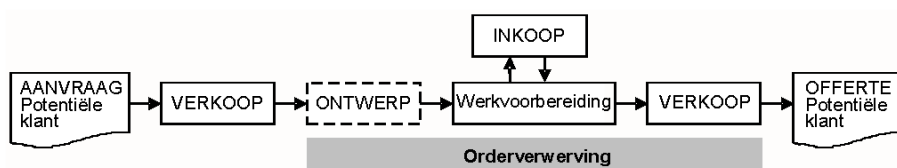
De functies ontwerp en montage zijn in figuur 2 gestippeld weergegeven, omdat ze niet in elk bedrijf voorkomen. Het gegeven schema is (veel) eenvoudiger dan de werkelijkheid, want in de praktijk van het productiebedrijf vinden we vaak allerlei ingewikkelde relaties met andere functies en/of afdelingen. In werkelijkheid zijn er meestal verschillende deelfuncties die, in verschillende stadia van het offerte- en ordertraject worden vervuld.

De interne organisatie en dus ook de functies in een bedrijf worden voor een groot deel bepaald door de markt die dat bedrijf bedient:

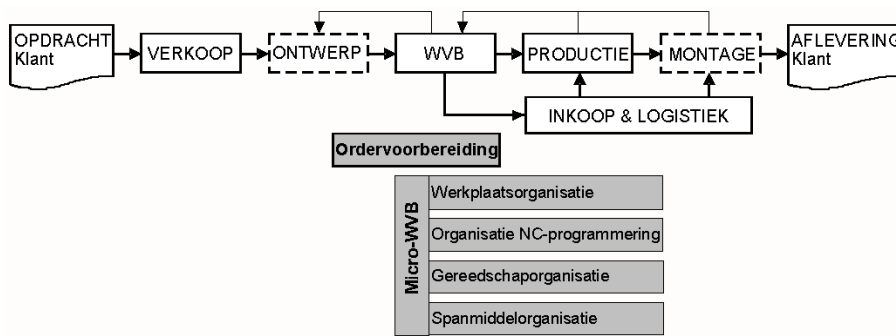
- ▶ Een producent die samengestelde producten maakt naar eigen ontwerp, kent zowel de functies ontwerp als montage;
- ▶ Een capaciteitsbedrijf dat alleen maar enkelvoudige componenten volgens een tekening van derden toelevert, heeft niet de functies ontwerp en montage.

Daartussen komen vele gradaties en mengvormen van bedrijven voor. Alle typen productiebedrijven hebben echter gemeen, dat er altijd functies aanwezig zijn voor VERKOOP, WVB (werkvoorbereiding), INKOOP, LOGISTIEK en PRODUCTIE.

In de stroomschema's van figuur 1 en 2 kunnen we zien dat de functie Werkvoorbereiding altijd een centrale rol speelt, zowel in het orderverwerving- als in het ordertraject. De Werkvoorbereiding zit als het ware als 'een spin in het web' van een bedrijf. In veel bedrijven vat men de activiteit werkvoorbereiding veel ruimer op en rekent men bijvoorbeeld ook functies als materiaal-



figuur 1 Orderverwervingstraject in een productiebedrijf



figuur 2 Ordertraject in een productiebedrijf

verwerving en werkuitgifte daartoe. Meestal hangt dat samen met de schaalgrootte van een bedrijf. Bij een klein bedrijf worden immers meestal meerdere functies in één persoon verenigd. Bij grote bedrijven daarentegen leidt de schaalgrootte veelal tot het splitsen van deze functies over verschillende afdelingen of medewerkers.

De manier van werk voorbereiden, de daarbij te genereren informatie, de vorm waarin deze informatie moet worden vastgelegd en het organiseren van de fysieke uitvoering (fabricage) hangt af van diverse factoren. De voornaamste daarbij zijn de complexiteit van de te maken componenten, de daarbij te gebruiken fabricage-technologieën en de omvang en het type van de bedrijfsorganisatie.

Dat er meer inspanning vereist is voor een complex dan voor een simpel onderdeel ligt voor de hand. Met bewerkingsprocessen geldt dat natuurlijk ook. Voor het simpel afzagen van een stuk materiaal zullen nauwelijks aanwijzingen nodig zijn. Echter voor de complexe bewerking van een moeilijk gietstuk op een CNC-bewerkingscentrum zal des te meer informatie moeten worden vastgelegd. Denk alleen maar eens aan het NC-programma en alle bijkomende informatie over gereedschappen en opspanmiddelen.

Omvang en kenmerken van de organisatie zijn natuurlijk ook van belang. In een kleine organisatie is er vaak een goede communicatie door de informele en directe contacten. In een grote organisatie is daar veel minder gelegenheid voor en loopt de informatiestroom dan ook veel formeler via bijvoorbeeld documenten en over computer-netwerken. Dit laatste wordt echter ook steeds meer een noodzaak in kleinere organisaties, in verband met het aanleggen van productiedossiers om te kunnen voldoen aan de eisen van kwaliteitsborging (ISO-9001 en CE-markering).

Werkvoorbereiding

Vooral bij kleinere bedrijven komt nogal eens de vraag naar voren of een aparte functie of afdeling voor werkvoorbereiding wel nodig is. De veronderstelling is daarbij dat werkvoorbereiding erg duur is. Het niet hebben van een formele functie of afdeling werkvoorbereiding kan echter nog veel duurder zijn! Dit kan worden geïllustreerd aan de hand van het volgende voorbeeld.

Geen werkvoorbereiding vooraf betekent dat de vakman aan de machine een tekening ontvangt met de opdracht om van het betreffende onderdeel een gewenst aantal te maken (instructie: Maken volgens tekening!) Als er geen materiaal is uitgetrokken en meegeleverd, dan moet hij eerst kijken wat er nodig is, of het aanwezig is en (zo nodig) uit het magazijn halen. Als het nodige materiaal niet aanwezig is, dan moet dit worden besteld en kan de gegeven opdracht voorlopig niet worden uitgevoerd. Zodra het materiaal aanwezig is, moet de vakman bepalen hoe het werkstuk op de machine moet worden gespannen (positioneren en klemmen). Daarbij moet ook worden bepaald in hoeveel opspanningen het

onderdeel bewerkt zal worden, welke volgorde daarbij zal worden gebruikt en welke gereedschappen daarvoor nodig zijn. Als de bewerkingen op een CNC-machine moeten worden uitgevoerd, dan moet de vakman ook nog eerst het (de) NC-programma(s) maken en invoeren.

Hiermee wordt aangetoond dat ook in dit geval wel degelijk aan werkvoorbereiding wordt gedaan, echter door de man aan de machine en pas op het moment dat de opdracht moet worden uitgevoerd.

Werkvoorbereiding is dus onontkoombaar! Gedurende de tijd dat de vakman zijn eigen werkvoorbereiding uitvoert, staat (mogelijk) zijn (kostbare) machine stil. Dit kost machinetijd en -capaciteit wat niets opbrengt. In feite is hier sprake van een werkvoorbereider met een zeer hoog uurtarief, zeker als het gaat om een kostbare CNC-machine.

Conclusie is dan ook dat om economische redenen de werkvoorbereiding zoveel mogelijk vooraf moet worden gedaan, zodat de (kostbare) machines zoveel mogelijk kunnen worden benut voor het doel waarvoor ze zijn aangeschaft, n.l. het bewerken van componenten. Door de toepassing van moderne machineconcepten met zowel automatische werkstuk- als gereedschapwisseling, is dat niet alleen mogelijk geworden, maar economisch ook keihard noodzakelijk. Tevens heeft het vooraf werkvoorbereiden een positieve invloed op de doorlooptijd van een productieorder.

Er zijn nog meer argumenten te geven waarom werkvoorbereiding vooraf zinvol is. Bijvoorbeeld bij opdrachten waarvan te verwachten is dat zij repeterend zullen zijn. Bij latere herhalingsorders hoeft dan niet alles opnieuw te worden bedacht, omdat alle informatie goed en nauwkeurig is vastgelegd. Als er bovendien terugkoppeling plaatsvindt vanuit de fabricage naar de werkvoorbereiding en dit wordt goed verwerkt en gedocumenteerd, dan wordt de betrouwbaarheid van de werkvoorbereidinginformatie steeds hoger. Dit heeft een positief effect op de voorspelbaarheid en de beheersbaarheid van het fabricageproces, waardoor de kwaliteit en kosten van de gefabriceerde componenten steeds constanter worden.

In het geval van CNC-bewerkingen is dat helemaal sprekend. Bij een betrouwbaar NC-programma kan, na instelling van de machine en belading met materiaal en gereedschappen, de bewerkingscyclus vrijwel automatisch verlopen.

De betekenis van de werkvoorbereiding gaat veel verder dan alleen het bedenken en vastleggen van de bewerkingsmethoden en -gegevens. Werkvoorbereiding verschaft immers de basisgegevens voor o.a.:

- ▶ tijd- en kostencalculaties, zowel ten behoeve van offertes als orders;
- ▶ maak/koop-beslissingen en uitbesteding;
- ▶ planning van capaciteiten en doorlooptijden en afgifte van levertijden;
- ▶ uitgifte van werkplaatsopdrachten (productieorders);

- ▶ materiaalstromen en logistieke besturing;
- ▶ gereedschapstromen en middelenbeheer;
- ▶ norm- en taakstellingen voor de werkplaats;
- ▶ bedrijfsbewaking en -signalering;
- ▶ nacalculaties en rendementsbewaking.

Het doel moet dan ook zijn om zowel de werkvoorbereiding als de werkplek- en werkplaatsorganisatie zodanig in te richten, dat alle relevante productie-informatie en -middelen tijdig op de werkplek aanwezig zijn, dat wil zeggen, voordat aan een opdracht wordt begonnen.

De werkvoorbereidingfunctie richt zich traditioneel natuurlijk voornamelijk op de werkplaats. Vanuit de werkvoorbereidingfunctie moeten allerlei voorbereidende activiteiten en werkplekken op werkplaatsniveau worden aangestuurd. Hierbij moet onder andere worden gedacht aan het maken van de benodigde NC-programma's en het gereedmaken van de bewerkingsgereedschappen en opspanconstructies. Deze voorbereidende activiteiten worden meestal aangeduid als de micro-WVB (zie ook figuur 2).

De micro-WVB activiteiten kunnen worden uitgevoerd op een centrale plaats in het bedrijf (bijvoorbeeld op de afdeling werkvoorbereiding) of decentraal op de werkvloer. Het is een trend de micro-WVB activiteiten te verplaatsen naar de werkvloer. Voordeel van deze werkwijze is, dat optimaal gebruik wordt gemaakt van het vakmanschap op de werkvloer. Nadeel van deze werkwijze is, dat als de micro-WVB activiteiten worden uitgevoerd aan de CNC-bewerkingsmachine, dit tot stilstand van de kostbare bewerkingsmachine kan leiden. Oorzaak hiervan is, dat de machinebediener eerst de micro-WVB voor de volgende order moet uitvoeren.

Een goed gestructureerde en georganiseerde aanpak kan hierin sterke verbeteringen aanbrengen. Door bijvoorbeeld aparte micro-WVB werkplekken op de werkvloer te creëren, ontstaat de mogelijkheid, al dan niet bij toerbeurt, de voorbereidende activiteiten voor de volgende order uit te voeren, terwijl de machine (een) voorgaande order(s) aan het bewerken is. Dit betekent dat de micro-WVB niet (langer) aan de machine (on-line) maar buiten de machine (off-line) wordt uitgevoerd. Duidelijk voordeel van off-line micro-WVB is, dat deze werkwijze de productiviteit van de machine ten goede komt.

Of de micro-WVB nu centraal in een aparte afdeling wordt gedaan of decentraal door medewerkers in de productiegroepen zelf, in beide gevallen worden er werkmethoden bedacht die bij de productie van de componenten gehanteerd (zullen) worden. Ook wordt dan bepaald welke gereedschappen en opspanmiddelen daarbij gebruikt zullen worden. Vooral in het geval dat de betreffende componenten meerdere keren moeten worden gemaakt (herhalingsopdrachten), is het van groot belang om ook de informatie van de micro-WVB gestructureerd vast te leggen. Als dit niet wordt gedaan, dan moet dezelfde informatie voor elke vervolgoopdracht opnieuw worden bedacht en/of gegenereerd. Naast onnodig tijdverlies is de kans ook heel groot dat er een andere oplossing wordt gekozen dan de vorige keer, met alle vervelende gevolgen van dien voor bestaande NC-programma's, gereedschappen, e.d.

Hoe dan ook, binnen de organisatie van een productiebedrijf zal een beslissing moeten worden genomen of en in hoeverre de informatie van de micro-WVB moet worden vastgelegd. Dit is niet een éénmalige beslissing, maar ze zal waarschijnlijk telkens op orderniveau genomen moeten worden, afhankelijk van bijvoorbeeld de kans op herhaling van een order en de complexiteit van de informatie.

Voor CNC-bewerkingen wordt deze beslissing eigenlijk al genomen, omdat met het NC-programma een grote hoeveelheid detailinformatie wordt vastgelegd. De

NC-programma's worden meestal dan ook gedurende langere tijd bewaard.

De keuze waar en hoe de micro-WVB het beste kan worden uitgevoerd is sterk afhankelijk van de markt waarin men actief is.

- ▶ Voor bedrijven die zich bijvoorbeeld richten op service en onderhoud is met name snelheid en flexibiliteit belangrijk. Deze bedrijven voeren om deze redenen de micro-WVB activiteiten meestal uit aan de machine. Dat dit machinestilstand veroorzaakt, is voor deze bedrijven minder van belang.
- ▶ Voor bedrijven die zich richten op seriematige productie concurreren met name op kostprijs. Voor deze bedrijven is productiviteit dus van groot belang. Machinestilstand door het uitvoeren van micro-WVB activiteiten aan de machine moet dus te allen tijde worden voorkomen. Om deze redenen wordt de micro-WVB bij dit type bedrijven meestal uitgevoerd op de werkvoorbereiding of off-line in de werkplaats.
- ▶ Bedrijven die zich richten op de productie van kleine series complexe producten, concurreren meestal op snelheid en flexibiliteit. Om complexe producten te kunnen produceren zijn vaak ook dure complexe machines nodig. Dus ook de productiviteit van deze machines moet gemaximaliseerd worden. Om deze redenen voeren deze bedrijven de micro-WVB vaak off-line uit in de werkplaats, waardoor enerzijds snel gereageerd kan worden op de klantwensen en anderzijds de dure machine snel genoeg kan worden terugverdiend.

2 *Optimalisatie van de technische bedrijfsvoering*

Zoals in § 1.2 reeds is aangegeven, is de strategie van een bedrijf bepalend voor de inrichting van de organisatie en de technische bedrijfsvoering. Met andere woorden: een bedrijf kan pas (nieuwe) keuzes maken voor de inrichting van de organisatie en bedrijfsprocessen, als bekend is voor welke markten welke producten en/of diensten geleverd moeten worden.

Voorbeeld

Een bedrijf dat wil toeleveren aan de automobiellindustrie wordt geconfronteerd met de eisen die deze markt aan een toeleverancier stelt. Wil je werken voor deze markt, dan moet je kunnen voldoen aan de continue druk op kostprijzen in combinatie met een hoge kwaliteit en leverbetrouwbaarheid. In de praktijk zien we dan ook dat toeleveranciers die zich in deze markt begeven hun technische bedrijfsvoering hierop hebben ingericht.

- ▶ Om aan de prijsdruk te voldoen, hebben deze bedrijven hun productieprocessen vergaand geautomatiseerd. Er wordt getracht met zo min mogelijk medewerkers een zo groot mogelijke productie te realiseren. Eén medewerker bedient vaak meerdere geautomatiseerde machines. De productiemedewerkers werken vaak in ploegensystemen. De machines draaien 24 uur per dag en dat 7 dagen per week.
- ▶ Om aan de hoge kwaliteitseisen te voldoen, hebben deze bedrijven veel aandacht voor procesbeheersing. Processen kunnen alleen geautomatiseerd verlopen als er sprake is van volledige procesbeheersing.
- ▶ Omdat er binnen dit type toeleveranciers een hoog volume aan producten door het bedrijf gaat, is er veel aandacht voor de logistiek. Te veel materiaal op de vloer kost veel ruimte, maar ook kapitaalbeslag. Dit dient dus te worden voorkomen. Materiaal wat niet tijdig aanwezig is op de werkvloer veroorzaakt machinestilstand en kost dus geld. Ook de leverbetrouwbaarheid komt hiermee in gevaar.

In § 2.1 worden enkele belangrijke markteisen gekoppeld aan technisch organisatorische oplossingen.

2.1 *Invloed technische bedrijfsvoering op de markteisen*

Om verbetering aan te brengen in de technische bedrijfsvoering van uw bedrijf is het dus van groot belang inzicht te hebben in de markteisen die uw klanten stellen.

Als u duidelijk inzicht heeft in de markteisen is de volgende vraag: Hoe scoort mijn bedrijf op deze markteisen? Met andere woorden: Welke prestaties levert mijn bedrijf? In hoeverre kan ik aan de eisen van mijn klanten voldoen? Waar wil ik verbeteringen realiseren?

Uit bovenstaande vragen wordt duidelijk aan welke markteisen gewerkt moet worden. Het verbeteren van de prestaties van een bedrijf kan door de 5 M's te beïnvloeden:

- ▶ mensen (de competenties van de medewerkers);
- ▶ machines (de mogelijkheden van de productiemachines, het toepassen van andere productietechnologieën);
- ▶ middelen (de keuze van de te gebruiken gereedschappen);
- ▶ materiaal (de te gebruiken materiaalsoorten, afmetingen en kwaliteit waarvan de producten gemaakt moeten worden);
- ▶ methoden (de toegepaste werkmethode in het productieproces, de wijze waarop het bedrijfsproces is georganiseerd).

In deze publicatie gaan we met name in op dit laatste punt (Methoden). Hoe kunnen we door het productieproces op een andere manier te organiseren, beter voldoen aan de markteisen.

Markteisen die (ook) ingevuld kunnen worden door technisch organisatorische veranderingen in de bedrijfsvoering zijn:

- ▶ de kostprijs;
- ▶ de leverbetrouwbaarheid;
- ▶ productkwaliteit;
- ▶ de doorlooptijd (de tijd die nodig is van opdracht tot levering van een order);
- ▶ de flexibiliteit/snelheid (aanpassingsvermogen van een bedrijf aan (snel) wijzigende klanteisen).

In de volgende paragrafen van dit hoofdstuk worden thema's in de technische bedrijfsvoering behandeld die de markteisen kunnen beïnvloeden.

2.2 *Centraal versus decentraal programmeren*

De keuze van de organisatie bij het NC-programmeren is bepalend voor de wijze waarop de NC-techniek zijn plaats heeft of krijgt binnen het bedrijf. Er zijn meerdere mogelijkheden om deze organisatie gestalte te geven, waarbij elke optie zijn specifieke voor- en nadelen heeft. De organisatie van het NC-programmeren moet worden afgestemd op de specifieke eisen, omstandigheden en behoeften van het bedrijf. Daarvoor moet onder andere een duidelijk antwoord worden gegeven op de volgende vragen:

- ▶ waar kan geprogrammeerd worden?
- ▶ hoe kan er geprogrammeerd worden?
- ▶ wie kunnen er programmeren?
- ▶ hoe kunnen de NC-programma's beheerd worden?

Bij de uiteindelijke keuzes die worden gemaakt, wordt niet gekozen tussen goede en slechte oplossingen of uit juiste en verkeerde oplossingen. Ook de beste oplossing voor een bedrijf zal altijd een compromis zijn van voor- en nadelen. Het nemen van een duidelijke beslissing over de organisatie bij het NC-programmeren, is vele malen belangrijker dan de aard van die beslissing. Het nemen van een beslissing, goed of minder goed, heeft wel consequenties. Het is van groot belang dat deze consequenties ten volle worden geaccepteerd en dat de organisatie hierop wordt aangepast respectievelijk ingericht.

Centrale programmering

Geschiedt het programmeren van de machines ergens op een centrale plaats buiten de werkplaats, dan noemen we dit centrale programmering. Bij centrale programmering zijn de voorbereidende taken en de uitvoerende taken van elkaar gescheiden. Met andere woorden: de programma's worden door een NC-programmeur/CAD-CAM programmeur op een programmeerplaats vervaardigd. De meeste bedrijven die centraal programmeren, gebruiken hiervoor een CAD/CAM systeem.

Decentrale programmering (variant: werkplaatsprogrammering aan de machine)

Het vervaardigen van NC-programma's in de werkplaats, rechtstreeks aan de machinebesturing of aan een CAD-CAM systeem bij de machine, noemen we decentrale programmering of ook wel werkplaatsprogrammering. Bij werkplaatsprogrammering is de machinebediener, insteller of werkplaatschef ook de programmeur.

De afgelopen decennia heeft werkplaatsprogrammering t.o.v. centraal programmering behoorlijk terrein gewonnen. Dit komt onder andere doordat de CNC-besturingen steeds meer ondersteuning bieden bij het programmeren aan de besturing. CAD/CAM systemen worden ook steeds gebruiksvriendelijker, waardoor deze ook op de werkvloer goed te gebruiken zijn. Verschillen in werkaanbod en pieken in nieuw werk zijn beter op te vangen door werkplaatsprogrammering. Meerdere vaklieden die in de werkplaats programmeren kunnen deze pieken beter opvangen dan één of enkele programmeurs. Door de toename van complexere producten, geavanceerdere machines (bijv. 5-assig, multitask) en automatisering is CAD/CAM programmering steeds vaker noodzakelijk.

Decentrale programmering (variant: CAD/CAM programmering in de werkplaats)

Deze variant is eigenlijk een combinatie tussen beide hierboven beschreven methoden. In of nabij de werkplaats zijn één of meerdere CAD/CAM programmeerwerkplekken ingericht. De vaklieden die de machine bedienen voeren de NC-programmering uit op deze werkplek. Doordat de vakman zelf programmeert, wordt zijn vakmanschap optimaal benut. Ook kan de machine gewoon doordraaien als de vakman aan het programmeren is. Een ander belangrijk voordeel is dat complexere producten ook op de werkvloer geprogrammeerd kunnen worden omdat er gebruik wordt gemaakt van een CAD/CAM systeem.

Samenvatting voor- en nadelen centrale programmering, werkplaatsprogrammering aan de machine en werkplaatsprogrammering met CAD/CAM

In tabel 2 zijn de verschillen tussen centrale programmering, werkplaatsprogrammering aan de machine en werkplaatsprogrammering met CAD/CAM in kaart gebracht.

2.3 *Gereedschapbeheer*

Een CNC-machine kan pas gaan produceren als alle voorbereidende werkzaamheden zijn uitgevoerd. In de praktijk betekent dit dat het NC-programma, opspanning en snijgereedschappen getest en wel in de machine aanwezig moeten zijn.

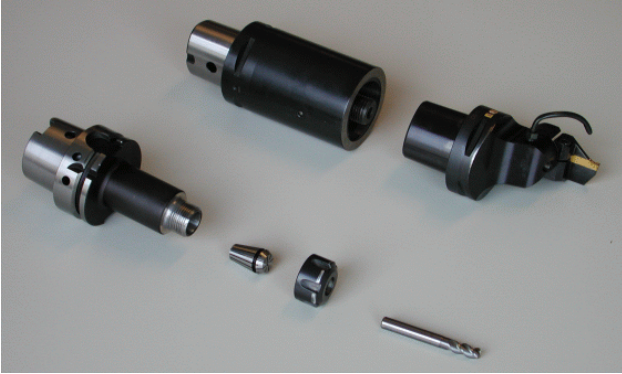
Bij veel bedrijven worden deze werkzaamheden tijdens het instellen van de machine uitgevoerd. Nadeel van deze werkmethode is dat de machine in deze fase niet productief is. Door een efficiënt beheer en organisatie van de benodigde opspanmiddelen en snijgereedschappen kan hierin veel worden verbeterd.

Belangrijke aandachtspunten bij gereedschapbeheer zijn:

- ▶ gereedschap samenstellen;
- ▶ gereedschap voorinstellen;
- ▶ gereedschapopslag (centraal of decentraal).

2.3.1 Gereedschap samenstellen

Voordat een snijgereedschap op de machine kan worden gebruikt, moet deze meestal eerst worden gemonteerd op een gereedschaphouder. Ook kunnen tussen snijgereedschap en gereedschaphouder verlengstukken worden geplaatst om het gereedschap toegankelijk te maken voor het te bewerken product. Dit proces noemt men gereedschap samenstellen (zie figuur 3). Het samenstellen van gereedschappen gebeurt meestal op de plaats waar de gereedschappen zijn opgeslagen.



figuur 3 Het samenstellen van gereedschap

2.3.2 Gereedschap voorinstellen

Elke CNC-machine moet van de te gebruiken gereedschapsamenstelling weten:

- ▶ de gereedschapsamenstelling (dit gebeurt meestal door het toekennen van een uniek gereedschapnummer bijv. T17);
- ▶ de lengte van het gereedschap (dit noemen we ook wel de lengte offset);
- ▶ de diameter van het gereedschap (dit noemen we ook wel de diameter offset).

Het meten van de lengte en diameter offset kan op meerdere manieren gebeuren:

- ▶ **Meten op de machine zonder hulpmiddelen**
De machineoperator plaats het gereedschap in de spil en beweegt het gereedschap, tot dat het werkstuk wordt geraakt. De werkelijke positie die de machinebesturing dan aangeeft, wordt ingevuld in de gereedschaptabel van de besturing van de machine. Deze methode is met name geschikt voor situaties waar weinig nieuwe gereedschappen in de machine worden gebracht (bijv. machine waarop een vast product of

productfamilie wordt geproduceerd).

- ♦ **Voordelen van deze methode:**
 - Geen investeringen nodig.
- ♦ **Nadelen van deze methode:**
 - Offset bepalen kost relatief veel machinetijd (machine niet productief);
 - Meetmethode is niet altijd even nauwkeurig (manafhankelijk);
 - Bij handmatig intypen van de offsetwaarden kans op fouten (kans op botsingen en/of foute producten).
- ▶ **Meten op de machine met behulp van een toolsetter**
De bewerkingsmachine is in deze situatie voorzien van een gereedschapmeetsysteem ook wel toolsetter genoemd (zie figuur 4). Het gereedschap wordt door de machine automatisch naar de toolsetter bewogen, waarna het gereedschap automatisch wordt gemeten. Deze toolsetters zijn er in mechanische uitvoering, maar ook in uitvoeringen die werken met behulp van lasermeettechniek. Na het automatisch meten van de offsets van de gereedschappen worden de gemeten offsetwaarden automatisch weggeschreven in de gereedschaptabel.
 - ♦ **Voordelen van deze methode:**
 - nauwkeurige meting;
 - kans op fouten relatief klein;
 - offset bepalen kost relatief weinig machinetijd.
 - ♦ **Nadelen van deze methode:**
 - bij elke bewerkingsmachine investeren in een toolsetter;
 - bij sommige systemen is het meten van kleine diameters een probleem;
 - offset meten kost nog steeds machinetijd.
- ▶ **Voorinstellen met behulp van voorinstelapparaat**
Het is ook mogelijk de offsetwaarden te bepalen van samengestelde gereedschappen op een daarvoor speciaal ontwikkelde meetmachine, ook wel voorinstelapparaat genoemd (zie figuur 5). Dit voorinstelapparaat



figuur 4 Voorbeeld van een toolsetter op een draaimachine

tabel 2 Verschillen tussen centrale programmering, werkplaatsprogrammering aan de machine en werkplaatsprogrammering met CAD/CAM

Verschillen tussen centrale programmering, werkplaatsprogrammering aan de machine en werkplaatsprogrammering met CAD/CAM		
centrale programmering	werkplaatsprogrammering aan de machine	werkplaatsprogrammering met CAD/CAM
geschikt voor complexe producten	complexe producten zijn niet of moeilijk aan de machine te programmeren	geschikt voor complexe producten
machine staat niet stil tijdens programmeren	machine staat (meestal) stil tijdens programmeren	machine staat niet stil tijdens programmeren (indien goed georganiseerd)
de uitwisseling van ervaring tussen de werkplaats en de programmeur wordt bemoeilijkt	vakmanschap wordt optimaal benut, waardoor overdrachtproblemen tussen programmeur en vakman niet aan de orde zijn	vakmanschap wordt optimaal benut, waardoor overdrachtproblemen tussen programmeur en vakman niet aan de orde zijn
grote verschillen in de behoefte aan NC-programma's kunnen moeilijk worden opgevangen	grote verschillen in de behoefte aan NC-programma's kunnen beter worden opgevangen (werkplaatspersoneel is breder inzetbaar)	grote verschillen in de behoefte aan NC-programma's kunnen beter worden opgevangen (werkplaatspersoneel is breder inzetbaar)
minder kans op botsingen e.d. omdat programma vooraf is gesimuleerd	kans op botsingen e.d. is groter omdat simulatie meestal niet of beperkt mogelijk is	minder kans op botsingen e.d. omdat programma vooraf is gesimuleerd

raat staat meestal op een centrale plaats in de werkplaats. Met één voorinstelapparaat kunnen de gereedschappen voor alle aanwezige machines worden gemeten. Voordeel van het gebruik van een voorinstelapparaat is, dat het meten niet in machinetijd plaatsvindt. Bij de meeste voorinstelapparaten kan de gemeten offsetwaarden automatisch naar de machines worden gestuurd. Deze methode is met name geschikt voor situaties waarin er veel machines zijn en er relatief vaak nieuwe gereedschappen in de machines moeten worden gebracht. In de praktijk worden voorinstelapparaten vaak gecombineerd toegepast met krimpapparaten en balanceerapparatuur. Er zijn momenteel al apparaten beschikbaar die een combinatie vormen tussen bijvoorbeeld een voorinstelapparaat en een krimpapparaat.

- ◆ **Voordelen van voorinstellen:**
 - nauwkeurige meting;
 - kans op fouten relatief klein (man onafhankelijk);
 - offset bepalen kost geen machinetijd.
- ◆ **Nadelen van voorinstellen:**
 - investering in voorinstelapparaat is noodzakelijk (moet wel worden terugverdiend);



figuur 5 Voorbeeld van een voorinstelapparaat

2.3.3 Gereedschapopslag (centraal/decentraal)

Opslag van gereedschappen (snijgereedschappen, houders, wisselplaten, enz.) kan in een centraal magazijn voor alle machines op één plek ergens in de werkplaats (centrale opslag), of voor elke machine apart in de directe nabijheid van de desbetreffende CNC-machine.

In tabel 3 is beargumenteerd wat de voor- en nadelen van centrale en decentrale gereedschapopslag zijn.

2.4 Werkplaatsinrichting/productie lay-out

Als we praten over de werkplaatsinrichting of productie lay-out hebben we het over de wijze waarop de logistieke processen zijn ingericht. De productie lay-out moet aansluiten bij de gekozen organisatievorm.

Bij het kiezen van de productie lay-out worden de randvoorwaarden vastgelegd, waarbinnen de productie-aspecten, zoals kostprijsverlaging, doorlooptijdverkorting, kwaliteitsverbetering en flexibiliteit moeten worden gerealiseerd. Daarom is het belangrijk om bij het opzetten van de productie lay-out uit te gaan van de gestelde bedrijfsdoelstellingen.

Bij het bepalen van de productie lay-out moeten we beslissen over:

- ▶ de plaats van de machines (de plaats van de machines is bepalend voor de gehele logistiek in de werkplaats);
- ▶ de plaats voor hulpmiddelen zoals gereedschappen;
- ▶ de plaats voor materiaalvoorraden, tussenvoorraden en voorraden eindproducten;

tabel 3 Centrale gereedschapopslag versus decentrale gereedschapopslag

Gereedschapopslag	
Centrale gereedschapopslag	Decentrale gereedschapopslag
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Heeft met name voordelen als de gereedschappen over het algemeen uitwisselbaar zijn over de verschillende machines. Hierdoor kan er totaal met minder gereedschap worden volstaan. ▶ Voorraadbeheer gereedschappen is relatief eenvoudig uit te voeren omdat de gereedschappen op één centrale plaats zijn opgeslagen. ▶ Per productieorder moeten de benodigde gereedschappen zijn vastgelegd op een gereedschapinstelblad, zodat het gereedschapsamenstellen onafhankelijk van de machineoperator kan plaatsvinden. ▶ Het bepalen van de offsetwaarden van de ingestelde gereedschappen gebeurt bij voorkeur op een voorinstelapparaat. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ De machines hebben allemaal een verschillende gereedschapopname. ▶ Het voorraadbeheer van gereedschappen is intensiever, omdat de gereedschappen op verschillende plekken in de werkplaats zijn opgeslagen. ▶ De vakman bepaalt op basis van vakkennis welke gereedschappen moeten worden gebruikt. De benodigde snijgereedschappen hoeven niet te zijn gedocumenteerd. In de praktijk kan dit problemen opleveren bij het overnemen van werk door collega's. ▶ Het bepalen van de offsetwaarden van de ingestelde gereedschappen gebeurt meestal op de bewerkingsmachine (aftasten of toolsetter). Dit gaat ten koste van de productiviteit.

- ▶ de plaats van transportwegen van materialen, deels bewerkte en gereede producten door de werkplaats;
- ▶ het bedienen van meerdere machines door één man als deze machines bij elkaar staan.

Ook zal bij de inrichting van de werkplaats rekening moeten worden gehouden met machines en apparatuur die speciale eisen stellen aan de lay-out. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan:

- ▶ specifieke eisen aan de fundering van het gebouw bij bijvoorbeeld zware machines;
- ▶ hoogte van machines/hoogte van het gebouw;
- ▶ temperatuurbeheersing.

Bij nieuwbouw kan men vanuit de bedrijfsdoelstellingen een optimale lay-out inrichten. Bij een bestaande fabriek heeft men te maken met de beperkingen van het gebouw.

Er zijn twee veel toegepaste productie lay-out modellen. Deze zijn de functionele werkplaatsinrichting en de flow productie.

Functionele werkplaatsinrichting

We praten over een functionele werkplaatsinrichting als de machines voor de afzonderlijke bewerkingen (bijv. draaien, frezen, enz.) bij elkaar zijn gegroepeerd (zie figuur 6).



figuur 6 Voorbeeld functionele werkplaatsinrichting

- Kenmerken van een functionele werkplaatsinrichting:
- ▶ producten doorlopen meestal een verschillende

routing. Er is dus een grote variatie aan producten en nauwelijks sprake van productfamilies;

- ▶ de machines zijn technologisch gegroepeerd (functioneel);
- ▶ de vaklieden zijn specialist in een specifiek deelgebied (bijv. draaien) en zijn meestal niet inzetbaar op andere technologieën;
- ▶ de te bewerken producten maken meestal een 'schoolreisje' door de werkplaats van de ene functionele afdeling naar de andere functionele afdeling;
- ▶ er zijn meestal tussenmagazijnen om producten, die wachten op de volgende bewerking, tijdelijk op te slaan.

Voordelen:

- ▶ de infrastructuur, zoals snijgereedschappen, houders, enz., is optimaal voor de aanwezige machines;
- ▶ de vaklieden zijn meestal specialist in de bewerking die wordt uitgevoerd in deze afdeling/groep. Ze zijn relatief makkelijk in te leren op de andere machines in deze groep, omdat de bewerkingstechnologie grotendeels hetzelfde is.

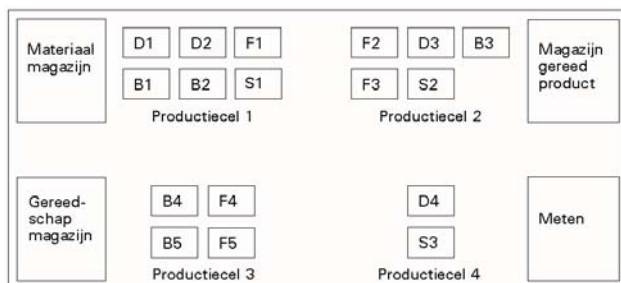
Nadelen:

- ▶ de te bewerken producten gaan van afdeling naar afdeling. De totale doorlooptijd van een order is lang door de lange wachttijd ten opzichte van de totale bewerkingstijd;
- ▶ de afdeling/groep voelt zich niet verantwoordelijk voor optimalisatie van het gehele productieproces, maar zal zich met name richten op optimalisatie van de door hun uit te voeren bewerking(en), waardoor er kans is op suboptimalisatie;
- ▶ de focus ligt in mindere mate op doorlooptijd, maar met name op de hoge bezettingsgraad van de machines.

Flow productie

Bij flow productie ligt de focus op het realiseren van korte doorlooptijden van de productieorders. Dit wordt bereikt door de tussenopslag van deels bewerkte producten te minimaliseren. Bij flow productie worden alle bewerkingen direct achter elkaar uitgevoerd. Hierdoor wordt in de optimale situatie de doorlooptijd van een productieorder gelijk aan de som van de verschillende bewerkingstijden. Het tempo van de flow productie wordt bepaald door de bewerking met de langste bewerkingstijd. Belangrijk bij flow productie is de bewerkingstijden van de producten op de verschillende machines zoveel mogelijk op elkaar af te stemmen.

De werkplaatsinrichting bij flow productie ziet er wezenlijk anders uit dan bij een functioneel ingerichte werkplaats. Bij flow productie zijn de verschillende machines bij elkaar gegroepeerd die nodig zijn om één of meerdere productfamilies te produceren. Dit noemen we een productiecel (zie figuur 7).



figuur 7 Voorbeeld werkplaatsinrichting Flow productie

Kenmerken van flow productie:

- ▶ focus op compleet bewerken van een product(familie);
- ▶ alle machines die nodig zijn om een product(familie) compleet te bewerken staan bij elkaar gegroepeerd;
- ▶ de routing van de verschillende te produceren

- producten/productfamilies zijn grotendeels gelijk;
- ▶ de vaklieden zijn in staat verschillende machines te bedienen (allround);
- ▶ tussenopslag van deels gereede producten is niet of nauwelijks aan de orde.

Voordelen:

- ▶ korte doorlooptijden;
- ▶ relatief weinig onderhanden werk;
- ▶ snelle levertijden;
- ▶ optimalisatie in flow-productie heeft meer effect (geen suboptimalisatie). Dit kan leiden tot kostprijsvoordelen.

Nadelen:

- ▶ niet alle machines zijn even goed bezet. Bottleneck machine moet echter altijd draaien;
- ▶ vaklieden moeten meerdere bewerkingen kunnen uitvoeren (allround). Ervaringstraject van dit type vaklieden duurt langer (ze moeten meerdere disciplines beheersen).

2.5 Werkplekorganisatie

De wijze waarop de werkplek bij een verspanende machine is georganiseerd heeft grote invloed op de kwaliteit en productiviteit.

Een aantal voorbeelden om e.e.a. te verduidelijken:

- ▶ zoeken naar gereedschap gaat ten koste van de productiviteit;
- ▶ indien gereedschap dat veel wordt gebruikt niet dicht bij de werkplek aanwezig is, dan kost dit veel tijd om deze steeds op te halen en terug te brengen;
- ▶ bij gebruik van verkeerd gereedschap kan er afkeur aan producten ontstaan;
- ▶ indien gereede producten en deels bewerkte producten door elkaar liggen, kunnen er fouten ontstaan.

De uit Japanse afkomstige methode 5S neemt een orde-lijke, degelijke en propere werkomgeving als vertrekpunt voor de mentaliteit in de werkplaats.

Het systeem werd voor het eerst toegepast bij de Japanse autofabrikant Toyota. Door het toepassen van visuele hulpmiddelen, zoals markeringen, tekeningen, foto's en logo's, wordt de werkplaats zo schoon en efficiënt mogelijk georganiseerd. Het gaat dus niet alleen om schoonmaken, maar met name om het effect van de verbeterde functionaliteit. Door alles een duidelijke en vaste plaats te geven, raakt er minder gereedschap zoek en kan er worden gewerkt met minder reserve-materiaal en kleinere voorraden.

De implementatie van 5S bestaat in het projectmatig achtereenvolgens uitvoeren van het vijf stappen plan:

1. Sorteren: orde op zaken stellen - selecteren.
2. Structureren: de werkplek organiseren, waarbij visueel werken centraal staat.
3. Schoonmaken en onderhouden: schoonmaken en zuiver houden.
4. Standaardiseren: standaardiseren en visualiseren.
5. Stabiliseren: het handhaven van het systeem.

Met de eerste twee stappen wordt orde gecreëerd en wordt ervoor gezorgd dat orde behouden kan blijven. Met de volgende twee stappen wordt netheid gecreëerd en wordt ervoor gezorgd dat netheid behouden kan blijven. Zodra er orde en netheid is, worden defecten en afwijkingen ten opzichte van de gewenste situatie veel sneller gesignaleerd. Door de implementatie van verbeteringsvoorstellen kunnen deze afwijkingen in de toekomst worden vermeden. Met de vijfde en laatste stap wordt een systematiek van verbeteringsvoorstellen opgezet. 5S is dan als filosofie geborgd in de dagelijkse manier van werken.

Stap 1: Sorteren

In deze fase wordt van alle (hulp)middelen de noodzaak

bepaald.

1. Kies een werkplek en bepaal wat er verbeterd kan worden.
2. Bepaal van alle aanwezige middelen en materialen de noodzaak (worden deze middelen wel of niet gebruikt).
3. Verwijder alle middelen en materialen van de werkplek waarvan nu al bekend is, of verwacht wordt, dat deze overbodig zijn. Breng deze middelen naar een tijdelijke opslagplaats.
4. Beslis over de uiteindelijke bestemming van de middelen en het materiaal in de tijdelijke opslagplaats en draag er zorg voor, dat deze op de juiste bestemming terechtkomen.
5. Middelen waarvan niet bekend is waarvoor ze nodig zijn, blijven in de tijdelijke opslagplaats bewaard. Wel wordt er een termijn afgesproken, waarna er alsnog een beslissing wordt genomen over behoud of afvoer van deze middelen.

Stap 2: Structureren

In deze stap wordt van de overgebleven middelen bepaald hoeveel er van nodig zijn. Dit gebeurt op basis van gebruiksfrequentie. Tevens wordt bepaald wat de beste plaats is op de werkplek om het op te bergen (ver of dicht bij).

1. Bepaal alle nodige materialen, hulpmiddelen, enz.
2. Bepaal van deze middelen voor welk doel ze worden gebruikt.
3. Bepaal van deze middelen hoe vaak ze worden gebruikt.
4. Bepaal hoeveel van deze middelen nodig zijn voor de ongestoorde procesvoortgang.
5. Bepaal van alle middelen op welke plaats ze het beste kunnen worden opgeborgen (vaak gebruikt: dichtbij, weinig gebruikt: veraf).
6. Bepaal van alle middelen hoe ze moeten worden opgeslagen.
7. Probeer de nieuwe situatie uit en maak deze na het goed bevinden definitief.

Stap 3: Schoonmaken en onderhouden

Het schoonmaken van een verwaarloosde werkplek kost veel tijd. Voor het bijhouden van een opgeruimde werkplek is weinig tijd nodig. Wel is het belangrijk hier regelmatig tijd aan te besteden. Een schone werkplek nodigt uit om schoon te houden.

1. Stel per werkplek een schema op, wanneer welke schoonmaakactiviteit in welke frequentie moet worden uitgevoerd.
2. Schoonmaken kost ook tijd en is dus in die zin ook een verspilling. De bestede tijd aan regelmatig schoonhouden moet in verhouding staan met de voordelen die dit oplevert.

Stap 4: Standaardiseren

In deze stap worden er duidelijke werkafspraken gemaakt, zodat iedereen op dezelfde manier werkt.

1. Bepaal de werkafspraken.
2. Leg deze werkafspraken vast.
3. Visualiseer de werkafspraken, zodat deze voor alle betrokkenen zichtbaar zijn. De gevisualiseerde werkafspraken moeten in één oogopslag duidelijk zijn.

Stap 5: Stabiliseren

Dit is de moeilijkste stap in de 5S methode. Het vasthouden van het bereikte niveau, maar ook het continu verbeteren valt onder deze stap. Belangrijke aspecten in deze stap zijn:

1. Discipline stimuleren en handhaven.
2. Nieuwe medewerkers opleiden door ervaren collega's.
3. Gewenste niveau bijstellen aan veranderende situaties.

2.6 Omsteltijd reductie

SMED is een gestructureerde methode om omsteltijden te verminderen (zie figuur 8). Hierdoor kunnen de seriegroottes en de doorlooptijd worden verkleind bij een grote flexibiliteit. SMED is de afkorting voor 'Single Minute Exchange of Dies'.

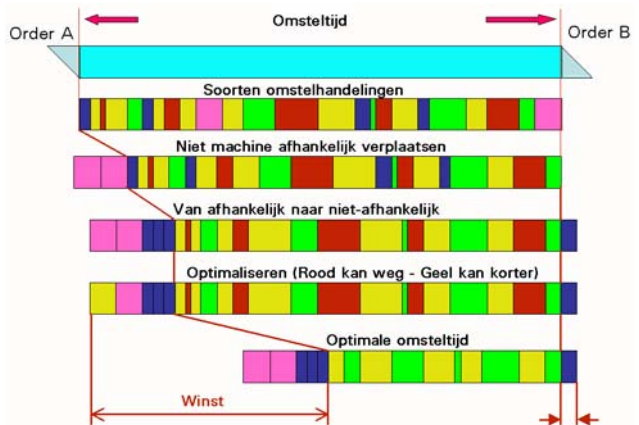
De SMED methode bestaat uit 5 stappen:

1. Bepaal de huidige bottleneck(s) in het productieproces.
2. Observeer het huidige omstelproces. Een goede werk-

wijze is hiervan een video opname te maken en deze stap voor stap te bestuderen.

3. Beschrijf en meet de tijd van alle stappen afzonderlijk. Beoordeel van elke stap of deze op de machine (machine afhankelijk) of buiten de machine (machine onafhankelijk) kan worden verricht.
4. Probeer machine afhankelijke activiteiten om te zetten naar machine onafhankelijke activiteiten. Vaak zijn hiervoor (kleine) investeringen noodzakelijk in bijvoorbeeld hulpapparatuur.
5. Optimaliseer waar mogelijk de machine afhankelijke handelingen door de werkorganisatie aan te pakken. Te denken valt hier aan het parallel verrichten van handelingen door meerdere mensen tegelijk, enz.

In figuur 8 is duidelijk zichtbaar dat na elke stap één of meerdere activiteiten zijn verdwenen uit de omsteltijd. In de laatste stap worden de overgebleven machine-afhankelijke omstelactiviteiten geoptimaliseerd.



figuur 8 Omsteltijdreductie door middel van SMED

2.7 Samenvatting

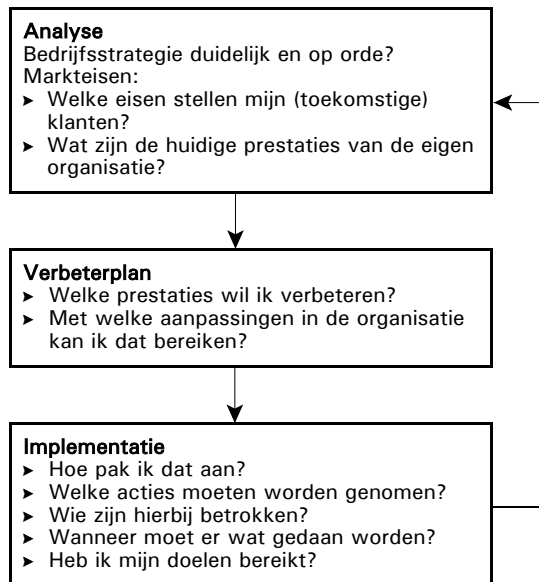
In tabel 4 wordt de invloed van de in dit hoofdstuk beschreven technisch organisatorische veranderingen gekoppeld aan de diverse markteisen.

tabel 4 Matrix aandachtspunten technisch organisatorische veranderingen versus markteisen

technisch organisatorische veranderingen	markteisen									
	centraal programmeren	decentraal programmeren aan de machine	decentraal programmeren op CAM in werkplaats	voorstellen	centraal gereedschapsbeheer	decentraal gereedschapsbeheer	functionele werkplaatsinrichting	Flow gerichte werkplaatsinrichting	werkplekorganisatie door 5S	omsteltijdverkortung door SMED
kostprijs	■		■	■	■		■		■	■
leverbetrouwbaarheid				■	■			■	■	
productkwaliteit				■				■	■	
doorlooptijd	■		■	■				■	■	■
flexibiliteit		■	■			■		■		■

3 Hoe te komen tot verbetering van de technische bedrijfsvoering

In dit hoofdstuk worden handreikingen gegeven om te komen tot werkelijke verbetering van de technische bedrijfsvoering in een bedrijf. Het stappenplan in figuur 9 geeft inzicht in de te doorlopen stappen.



figuur 9 Stappenplan ter verbetering van de technische bedrijfsvoering

3.1 Analyse

Markteisen

Belangrijk voor de continuïteit van een bedrijf is, dat er strategische keuzes worden gemaakt in welke markten, producten en processen het zich wil specialiseren. Het maken van strategische keuzes op deze gebieden betekent voor de organisatie ook, dat het kan inspelen op de daarbij behorende klanteisen. Bij klanteisen denken we bijvoorbeeld aan:

- ▶ de leverbetrouwbaarheid (is zeer belangrijk bij klanten die nog nauwelijks voorraden hebben en die dus 'build to order' bestellen);
- ▶ de doorlooptijd van orders (bijv. in situaties waarbij het kapitaalsbeslag op het onderhandenwerk een belangrijke factor is of bijv. bij servicebedrijven die spare parts maken);
- ▶ flexibiliteit (speelt met name in markten waarbij de vraag naar producten continue varieert, of waar klanten op het laatste moment nog wijzigingen willen doorvoeren);
- ▶ specifieke kwaliteitseisen (bijv. in de aerospace- en automotive industrie, waar traceability een belangrijk thema is);
- ▶ kostprijs (speelt bijna altijd een belangrijke rol, maar bijvoorbeeld in de automotive markt worden hier extra eisen aan gesteld. De prijs in deze markt moet zelfs elk jaar omlaag. Dit kan alleen worden bereikt door het continue verbeteren van productieproces en organisatie).

De meeste van deze klanteisen zijn (ook) in belangrijke mate te beïnvloeden door de wijze waarop de organisatie is ingericht.

Weet wat de klant wil

Om verbetering aan te brengen in de technische bedrijfsvoering van een bedrijf, is het dus van groot belang om duidelijk inzicht te krijgen in de markteisen die klanten stellen, maar ook om vast te stellen hoe het bedrijf presteert op deze markteisen.

Door gesprekken te voeren met de belangrijkste klanten wordt goed inzicht verkregen in wat klanten belangrijk vinden, maar ook hoe klanten vinden dat het bedrijf presteert op deze aspecten. Op basis van deze analyse ontstaat een goed beeld van waar de klant wil dat het bedrijf moet verbeteren.

Wat zijn de huidige prestaties van de eigen organisatie?

In een productiebedrijf leveren de productiemachines de hoogste toegevoegde waarde als deze zo effectief mogelijk worden benut. Dit noemen we ook wel productiviteit. Als in deze publicatie gesproken wordt over productiviteit dan hebben we het over de machineproductiviteit.

Een ander belangrijk aspect is de beschikbaarheid van productiemiddelen. Hieronder verstaan we de tijd dat de machine beschikbaar is voor productie. Dit is een keuze die je als bedrijf maakt. Bijvoorbeeld een CNC-draaimachine zonder automatische aanvoer die in dagdienst wordt ingezet, heeft een beschikbaarheid van ± 8 uur per dag. Een geautomatiseerde productiecel die in een tweeploegen systeem draait en de nacht onbemand kan door produceren heeft een beschikbaarheid van 24 uur per dag.

Ideale productiemachines:

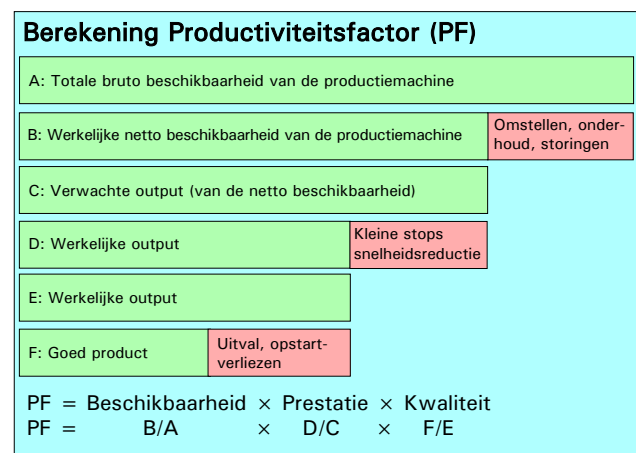
- ▶ produceren altijd;
- ▶ produceren altijd op maximale snelheid;
- ▶ produceren altijd zonder kwaliteitsproblemen.

Met andere woorden, de productiviteitsfactor (PF) bedraagt in de ideale situatie 100%.

Als de productiviteitsfactor kleiner is dan 100%, dan is er sprake van verspilling. Deze verspillingen zijn in te delen in drie categorieën:

1. *Stilstandverlies*
Gepland, bijv.: Omstellen, onderhoud, pauzes
Ongepland, bijv.: Storingen, wachttijden
2. *Snelheidsverlies*
Gepland, bijv.: Opstart en uitloop van machines
Ongepland, bijv.: Gereduceerde snelheden
3. *Kwaliteitsverlies*
Gepland, bijv.: Opstart en uitloop producten
Ongepland, bijv.: Uitval, herbewerking

In de praktijk ligt de Productiviteitsfactor (PF) vaak tussen de 30 en de 60%. Hier valt dus veel te verdienen. In het schema van figuur 10 wordt duidelijk hoe u de Productiviteitsfactor van uw productiemachines kunt bepalen.



figuur 10 Berekening van de Productiviteitsfactor (PF)

Stappenplan in kaart brengen Productiviteitsfactor

1. Selecteer een productiemachine.

Aanbeveling is om in eerste instantie van uw belangrijkste machines de Productiviteitsfactor te bepalen.

Een machine is belangrijk als bijvoorbeeld:

- ▶ de machine een bottleneck is en deze bepalend is voor de output van uw bedrijf;
- ▶ het een dure machine is, waarbij stilstand veel geld kost.

2. *Betrek de betrokken medewerkers.*

- ▶ leg duidelijk uit dat het gaat om het verbeteren van de productiviteit en niet om de beoordeling van medewerkers;
- ▶ leg duidelijk uit welke bijdrage je van de medewerkers verwacht;
- ▶ ondersteun de medewerkers bij problemen.

3. *Meet en bereken de Productiviteitsfactor.*

Veel gebruikte hulpmiddelen om dit vast te stellen zijn:

- ▶ machine log-file; moderne machines houden automatisch een log-file bij, waarin wordt bijgehouden:
 - ◆ de inschakelduur van de machine;
 - ◆ de tijd dat de spil heeft gedraaid/verspaand;
 - ◆ de tijd dat de machine in storing heeft gestaan.
- ▶ camera opname
Een camera opname kan met name duidelijkheid verschaffen in verspillingen tijdens het omstellen en beladen van machines. De opnames moeten nadien nauwgezet worden geanalyseerd.
- ▶ registratieformulier
Op een door de operators in te vullen registratieformulier kan worden bijgehouden welke verliezen er in welke hoeveelheid plaatsvinden.

4. *Analyseer de berekende Productiviteitsfactor.*

- ▶ als de productiviteitsfactor eenmaal bekend is, is het belangrijk het volgende te analyseren:
 - ◆ wat zijn de exacte oorzaken van het productiviteitsverlies;
 - ◆ wat is de impact van deze oorzaken op de Productiviteitsfactor;
 - ◆ prioriteer de oorzaken op impact.

3.2 *Verbeterplan*

In de analysefase is een beeld gevormd van de verbeterpunten en het bijbehorende verbeterpotentieel in de organisatie. De volgende fase is het opstellen van een verbeterplan. Het opstellen van een verbeterplan is belangrijk om de volgende redenen:

- ▶ het brengt orde en structuur in de aanpak (projectmatige aanpak);
- ▶ de gevolgen voor de organisatie worden inzichtelijk;
- ▶ het plan heeft een belangrijke functie in de communicatie. Afhankelijk van de verbeterpunten kan dit met onderstaande mensen zijn:
 - ◆ klanten;
 - ◆ aandeelhouders;
 - ◆ management team;
 - ◆ personeel;
 - ◆ (toe)leveranciers.

In het verbeterplan worden de volgende zaken beschreven:

- ▶ de verbeterpunten die moeten worden aangepakt;
 - ◆ de redenen waarom;
 - ◆ eventuele risico's (afbreuk risico);
 - ◆ de doelstellingen die hierop moeten worden behaald:
 - inhoudelijk;
 - financieel;
 - planning;
- ▶ hoe deze verbeterpunten aan te pakken;
 - ◆ organisatie;
 - ◆ personeel;
 - ◆ technologie;
- ▶ financiën;
 - ◆ kosten;
 - ◆ baten;
 - ◆ terugverdientijd;
- ▶ wie zijn bij deze activiteiten betrokken;
 - ◆ wie is projectleider, wat zijn de bijbehorende ver-

antwoordelijkheden en bevoegdheden;

- ◆ het informeren en aansturen van medewerkers die betrokken zijn bij de uitvoering van het verbeterplan;
- ◆ informeren, betrekken van medewerkers die (in)direct betrokken zijn (projectteam);
- ▶ activiteiten planning;
 - ◆ wie doet wat en wanneer (zo concreet mogelijk maken):
 - wat is de totale doorlooptijd van de (deel)activiteiten;
 - wat is de benodigde menscapaciteit;
 - ◆ meetpunten (voortgang);
 - ◆ prioriteiten van de activiteiten vaststellen.

3.3 *Implementatie*

Uitgangspunt bij de implementatie is het verbeterplan. De implementatie is in de praktijk het lastigste deel. In deze fase moeten de verbetering in de organisatie worden ingebed en moeten de vooraf bepaalde resultaten worden behaald.

Planning en control

Een belangrijk aspect tijdens de implementatie is de bewaking van de voortgang. Het bewaken van de voortgang dient bij voorkeur regelmatig (op vaste tijdstippen) te geschieden. De projectleider is verantwoordelijk voor de periodieke voortgangsbewaking.

De voortgangsbewaking is niet alleen een plantechnische activiteit maar geschiedt ook op de volgende punten:

- ▶ vorderen de activiteiten inhoudelijk volgens planning?
- ▶ zijn de tussentijds geplande doelstellingen gehaald?
- ▶ lopen de door de medewerkers gemaakte uren volgens planning?
- ▶ lopen de gemaakte kosten volgens planning?

Indien uit de voortgangsbewaking blijkt dat bepaalde activiteiten niet volgens planning verlopen, dan neemt de projectleider actie richting zijn projectteam om een en ander bij te stellen, zodat de geplande resultaten alsnog gehaald worden.

Omgaan met weerstand

Vrijwel geen enkele werknemer staat te juichen als er plannen voor organisatieveranderingen worden gelanceerd. Zeker niet als deze consequenties hebben voor het eigen werk. In de beginfase zijn de plannen meestal nog abstract. Het is dan nog onduidelijk wat de plannen concreet betekenen voor de medewerker. Op het moment dat de plannen concreter worden, wordt de kans op weerstand groter.

Het minimaliseren van weerstand is van groot belang. Zolang er in een organisatie weerstand is, is er namelijk geen draagvlak voor veranderingen en zullen de medewerkers niet actief meewerken.

Tips om met weerstand om te gaan:

1. Maak de medewerkers de noodzaak van de verandering duidelijk. Geef aan wat de gevolgen voor het bedrijf zijn als de verandering niet wordt doorgevoerd.
2. Zorg voor heldere communicatie tussen management en medewerkers. Informeer tijdig en zorg ervoor dat het management vertrouwen uitstraalt in de medewerkers. Verklein de afstand tussen management en medewerkers.
3. Betrek de medewerkers bij het proces. Geef de medewerkers de mogelijkheid om hun inbreng te doen.
4. Geef medewerkers die aarzelen om over te schakelen ruimte om te wennen.
5. Start met een pilot- of speerpuntproject. Schakel niet in één keer de organisatie over op de nieuwe manier van werken. Mensen die aarzelen gaan dan vaak alsnog overstap.
6. Bied de medewerkers training en opleiding aan.

Auteur

Deze voorlichtingspublicatie is opgesteld in opdracht van de Vereniging FME-CWM in het kader van het project 'Procesinnovatie Verspaning voor MKB-bedrijven'. Hierbij waren de volgende organisaties betrokken: SenterNovem, STODT, Syntens, Koninklijke Metaalunie en de Vereniging FME-CWM/Industrieel Technologie Centrum (ITC).

De auteur, Willem Lenselink (STODT) werd ondersteund door een begeleidingsgroep bestaande uit: J-W. Kleinwinkel (STODT), R. van den Bosch (STODT), J. van de Put (Syntens), R. Kousbroek (Koninklijke Metaalunie), P. van Ackooy (FME) en P. Boers (FME).

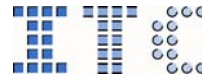
Technische informatie:

Voor technisch inhoudelijke informatie over de in deze voorlichtingspublicatie behandelde onderwerpen kunt u zich richten tot de auteur Willem Lenselink (tel.: 0546-822455, e-mail: w.lenselink@stodt.nl).

Informatie over, en bestelling van VM-publicaties, Praktijkaanbevelingen en Tech-Info-bladen:

Vereniging FME-CWM/Industrieel Technologie Centrum (ITC)

Bezoekadres: Boerhaavelaan 40,
2713 HX ZOETERMEER
Correspondentie-adres: Postbus 190,
2700 AD ZOETERMEER
Telefoon: (079) 353 11 00/353 13 41
Fax: (079) 353 13 65
E-mail: pbo@fme.nl
Internet: www.fme.nl



© Vereniging FME-CWM/juni 2006 - 02

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke ander wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Hoewel grote zorg is besteed aan de waarborging van een correcte en, waar nodig, volledige uiteenzetting van relevante informatie, wijzen de bij de totstandkoming van de onderhavige publicatie betrokkenen alle aansprakelijkheid voor schade als gevolg van onjuistheden en/of onvolkomenheden in deze publicatie van de hand.

Vereniging FME-CWM
Afdeling Technologie en Innovatie
Postbus 190, 2700 AD Zoetermeer
telefoon 079 - 353 11 00
telefax 079 - 353 13 65
e-mail: pbo@fme.nl
internet: www.fme.nl