



Innovatieve verspaningsmachines

Selecteren, kiezen en implementeren

In deze publicatie wordt een 'tool' aangeboden om tot een gestructureerde selectie, keuze en implementatie van innovatieve verspaningsmachines te komen. 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.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";

TI.06.33: "Optimaliseren van de technische bedrijfsvoering".

Inhoud

1	Inleiding	1
2	Kiezen verspaningsmachine concept en werkmethode	2
3	Selecteren	4
4	Kiezen bewerkingsmachine	6
5	Implementeren	6
6	Referenties	7

1 Inleiding

Moderne machines zijn in staat om meerdere bewerkingen uit te voeren in dezelfde opspanning. Deze bewerkingstechnologieën worden steeds innovatiever en complexer. De kostprijs van de zogenaamde multi-taskmachines neemt hierdoor enorm toe.

Werd er eerder gekeken naar een nieuwe machine, dan was dat voor het merendeel een vervangingsinvestering van een oude machine. De oude machine had dan meestal zijn technische levensduur bereikt. De keuze was vaak de vernieuwde uitvoering van de te vervangen machine. Daarbij werd dezelfde machine als basis aangehouden, maar met een moderne besturing, iets meer vermogen of meer toeren aan de spil en een hogere bewegingsnelheid. Eigenlijk veranderde er niets aan het geheel binnen het bedrijf. De machine werd geïnstalleerd, de operator kreeg een bijscholingscursus van de leverancier en binnen afzienbare tijd draaide hetzelfde werkpakket op dezelfde manier als enige tijd daarvoor.

Afgelopen decennia heeft er een enorme ontwikkeling plaatsgevonden op het gebied van verspaningsmachine concepten.

Deze concepten hebben als doelstelling om zoveel mogelijk bewerkingen in een opspanning uit te voeren en bij voorkeur dun- of onbemand.

Het dun- of onbemand produceren is een bittere noodzaak geworden in de Nederlandse industrie. Ondanks de hoge investeringen die de huidige machines met zich mee brengen, blijft de looncomponent van het productieproces hoog. Door de sterk groeiende concurrentie uit de lage lonen landen moet er kritisch worden gekeken waarvoor de medewerker wordt ingezet. Handmatig wisselen van gereedschap en werkstukken door operators is veel te duur en bij het einde van de werktijd staat de dure machine stil. Kortom de operator moet meer toegevoegde waarde leveren in het productieproces. Deze toegevoegde waarde kan worden bereikt door de operator alleen werk te laten doen waarbij zijn vaardigheden nodig zijn, zoals programmeren, instellen en dergelijke. Al het andere werk moet door de machine worden gedaan.

Om dit te bereiken moet er op een andere manier naar het bewerkingsproces worden gekeken. Bewerkingen moeten zoveel mogelijk worden samengevoegd. Samenvoegen van bewerkingen op één machine scheelt enorm in doorlooptijden, omsteltijden, afkeurpercentages en zijn gemakkelijk te automatiseren, zodat gebruik kan worden gemaakt van onbemande uren.

De huidige generatie machines en gereedschappen maakt het mogelijk om bewerkingen samen te voegen c.q. gelijktijdig of gecombineerd uit te voeren. Deze complexe machines kunnen worden voorzien van beladingssystemen of zijn hier al standaard mee uitgerust. Deze manier van produceren vergt echter wel een heel andere aansturing van de werkplaats en de werkmethode van de operators.

Het investeren in dit soort machines kan alleen worden gedaan als er weloverwogen keuzes zijn gemaakt en er een goede aanpak voor de implementatie van de machine is. De implementatie zal alleen een succes worden als ook voldoende aandacht wordt besteed aan de organisatie van de werkplaats.

Door de hoge investeringskosten kan men zich geen lange implementatietijd veroorloven en zeker geen verkeerde keuze van machine of bewerkingstechnologie. Het kiezen, selecteren en implementeren van innovatieve bewerkingsmachines is een proces dat zeer serieus moet worden genomen. Bij een verkeerde keuze of aanpak bij de implementatie kan in sommige gevallen een bedrijf zelfs in zijn voortbestaan worden bedreigd. Deze handleiding geeft een houvast in het proces voor het maken van de keuze en het succesvol implementeren van de machine.

De kans op succes wordt hierdoor vergroot en het versnelt het behalen van rendement op de investering.

In tabel 1 is een stappenplan weergegeven hoe tot een gestructureerde selectie, keuze en implementatie kan worden gekomen. In de volgende hoofdstukken wordt elke stap nader toegelicht.

tabel 1 Stappenplan selecteren, kiezen en implementeren van innovatieve verspaningsmachines

Stappenplan	
1	Bepalen van de markteisen/toekomstige klanteisen
2	Inventariseren huidige werkpakket/huidige werkmethode
3	Inventariseren toekomstige werkpakket
4	Definitie van het ideale verspaningsmachine concept
5	Bepalen van de benodigde toekomstige werkmethode
6	Opstellen eisen/wensenlijst
7	Maken grove selectie machines/leveranciers
8	Shortlist leveranciers opstellen
9	Eerste gesprekken voeren met leveranciers
10	Bedrijven zoeken voor representatieve demo's/ testproducten afnemen
11	Alle benodigdheden in kaart brengen
12	Evaluëren matrix
13	Maken van de keuze
14	Implementatie plan opstellen en planning maken
15	Maken lay-out werkplaats
16	Werkmethode implementeren

2 Kiezen verspaningsmachine concept en werkmethode

2.1 Uitgangspunten ten opzichte van de markt/markteisen/toekomstige klanteisen

Uitgangspunten ten opzichte van de markt

In de huidige markt van onderdelenfabricage ontstaan steeds meer specialismen op het gebied van bewerkingen. Enkele van deze specialismen zijn bijvoorbeeld: groot 5-assig freeswerk, frees/draaien, 5-assig simultaan frezen, 3D frezen, bewerken van geharde materialen, precisie bewerkingen, hoog nauwkeurige bewerkingen, enz..

Door specialisatie wordt geprobeerd te voorkomen dat de marges verder onder druk komen te staan. Men geeft zich dan in een nichemarkt waarin prijs wat minder van belang is. Ook samenwerking tussen bedrijven onderling wordt steeds meer aangegaan, waardoor specialismen gekoppeld kunnen worden. Hierdoor is men in staat om toch een breed pakket van gespecialiseerde opdrachten binnen te halen. Deze samenwerkingen hebben vooral invloed op de bedrijfskundige kant. Het verdient dan ook de aandacht om bij het bepalen van de investering goed te kijken naar bedrijven in de regio. Met name door te inventariseren welke specialismen er nu al zijn en in welke marktsegmenten deze bedrijven actief zijn. De investering kan hierop worden afgestemd. Het is veelal niet zinvol om in exact dezelfde technologie te investeren als de buurman, tenzij er een interessante samenwerking uit kan voortvloeien. Deze samenwerkingen kunnen ook ontstaan als de technologieën aanvullend zijn en het mogelijke werkpakket onderling kan worden verdeeld. Hierdoor behoudt elk bedrijf zijn eigen specialisme.

Markteisen

De markt staat op dit moment behoorlijk onder druk. Klanten eisen een hoge leverbetrouwbaarheid in combinatie met steeds kortere levertijden van hun leveranciers. Complexe producten leveren in 1 à 2 weken is zeker geen uitzondering. Om nog concurrerend te zijn met lage lonen landen staat de prijs ook enorm onder druk.

Toekomstige klanteisen

Rekening houden met toekomstige klanteisen bepaalt de mate van de economische levensduur van uw investering. Enkele toekomstige klanteisen kunnen bijvoorbeeld zijn:

► *Verandering van materialen*

Machines en apparaten kunnen en moeten steeds sneller bewegen. Hierdoor is het noodzakelijk om lichtere materialen toe te passen. Lichtere materialen, zoals aluminium, vergen van bewerkingsmachines hoge snelheden qua toerental, voedingen en besturingen. Verspaningsmachines moeten dus dynamischer en stijver worden. De mogelijk te gebruiken gereedschappen zullen hiervoor ook ontwikkeld moeten worden of hierop moeten worden aangepast. Een andere trend in materialen is de toename van zogenoemde exotische materialen zoals inconel, hasteloy, monel, titanium, enz. Hiervoor is stabiliteit van de machine zeer belangrijk.

► *Levenscyclus van producten wordt korter.*

De tijd dat machines of apparaten, waarin verspanende onderdelen hun toepassing vinden, actueel blijven wordt steeds korter. Deze kortere levenscyclus heeft als gevolg dat ontwikkelingen van nieuwe apparaten elkaar steeds sneller opvolgen. Het is voor de fabrikant van deze apparaten dan ook noodzakelijk om steeds sneller met een nieuw product op de markt te komen. De economische levensduur neemt daarmee dus af. Hierdoor worden contracten voor langere perioden steeds meer een uitzondering. De herhalingsfactor, (repeat opdrachten), worden steeds minder

frequent. Ook nemen de aantallen van de opdrachten verder af. Bij voorkeur produceert men zonder voorraden (built to order). Het omstellen van de machines naar andere of nieuwe producten wordt een steeds grotere belasting in het productieproces. Met name in deze fase zal de grootste winst te behalen zijn.

► *Prijsdruk*

Door toenemende concurrentie uit lage lonen landen staan de prijzen steeds verder onder druk. Concurren op prijs kan door het terugdringen van de looncomponent uit de kostprijs en het opvoeren van de productiviteit van de productiemiddelen. Dat betekent in de meeste gevallen dat er dun- of onbemand geproduceerd moet worden.

► *Kwaliteit*

De gevraagde nauwkeurigheid van de producten neemt steeds verder toe. Om deze nauwkeurigheid te halen en te kunnen garanderen zal men zoveel mogelijk de nauwkeurigheid van de machine moeten opzoeken. Deze kan alleen behaald worden als er zoveel mogelijk bewerkingen in één opspanning kunnen worden uitgevoerd. Hiervoor worden steeds meer bewerkingsmachines op de markt gebracht, die als voordeel hebben, dat zij door de gecombineerde bewerkingen een hogere productnauwkeurigheid kunnen realiseren. Dit biedt mogelijkheden om voor klanten te werken met hogere productnauwkeurigheidseisen

► *Flexibiliteit*

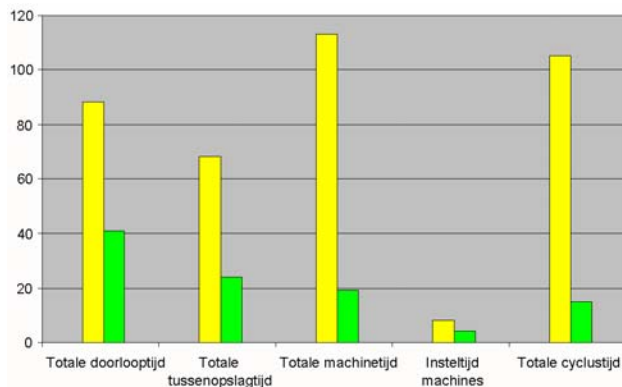
De markt zal steeds meer flexibiliteit vragen. Onder flexibiliteit wordt verstaan het snel kunnen inspelen op steeds weer nieuwe klanteisen. In de voorgaande punten is voor een deel beschreven waarom. Flexibiliteit en kortere doorlooptijden worden steeds vaker een orderwinner. Snelheid (time to market), leverbetrouwbaarheid en kwaliteit zal voor een klant steeds belangrijker worden in de beginfase van nieuwe producten. De flexibiliteit van een productieproces wordt met name bepaald door het gekozen machineconcept, werkmethode en productieorganisatie. Het verdient dus aandacht hier kritisch naar te kijken. Bij een goede afstemming tussen machineconcept, werkmethode en productieorganisatie kunnen doorlooptijden aanzienlijk worden verkort.

2.2 Inventariseren huidige werkpakket/ huidige werkmethode

Om een goede keuze te maken voor een verspaningsmachine concept is het noodzakelijk om eens kritisch te kijken op welke manier de routing en bewerkingen van het huidige werkpakket verlopen. Door een selectie te maken van bijvoorbeeld een 50-100-tal representatieve tekeningen ontstaat een redelijk beeld van de afloop van een gemiddelde werkopdracht. Door bij deze inventarisatie gebruik te maken van een bewerkingsvolgordematrix (zie tabel 2) kan op een eenvoudige manier in kaart worden gebracht welke bewerkingsstappen met bijbehorende bewerkingstechnologie het meest worden gebruikt in het huidige productieproces. In dit overzicht wordt voor elke bewerkingsstap, de werkvoorbereidingstijden, de insteltijden, de bewerkingstijden en de tijden dat het product wacht op zijn volgende bewerking ingevuld. Met behulp van deze tabel kan er een inschatting worden gemaakt van de efficiëntie in de routing van het product. Ook kan men inschatten hoe de huidige bewerkingsstappen de doorlooptijden van de werkopdrachten beïnvloeden. Op deze wijze krijgt u een indruk van de gemiddelde doorlooptijd, wachttijden door tussenopslag, stilstandverliezen van machines door omstellen en de arbeidscomponent in het productieproces (zie figuur 1). Tevens is hiermee het verbeterpotentieel in het huidige productieproces in kaart gebracht. Op de site <http://www.verspaning-online.nl> is tabel 2 als excel-file te downloaden om zelf in te vullen.

tabel 2 Overzichtstijden voor de huidige en nieuwe routing

	routing	
	huidige	nieuwe
Aantal producten	20	4
Werkvoorbereiding		
Wvb maken	1	1
tussenopslagtijd	8	8
CAM programmering		
programmeertijd	6	6
tussenopslagtijd	8	8
Zagen		
insteltijd	0,2	0,2
cyclustijd	0,25	0,25
tussenopslagtijd	12	8
Bewerking 1		
insteltijd	2	4
cyclustijd	0,5	3,5
tussenopslagtijd	16	
Bewerking 2		
insteltijd	2	
cyclustijd	0,5	
tussenopslagtijd	6	
Bewerking 3		
insteltijd	1	
cyclustijd	1	
tussenopslagtijd	6	
Bewerking 4		
insteltijd	1	
cyclustijd	1	
tussenopslagtijd	6	
Bewerking 5		
insteltijd	1	
cyclustijd	1	
tussenopslagtijd	6	
Bewerking 6		
insteltijd	1	
cyclustijd	1	
tussenopslagtijd	0	
Totale doorlooptijd	88,45	40,95
Totale tussenopslagtijd	68	24
Totale machinetijd	113,2	19,2
Insteltijd machines	8,2	4,2
Totale cyclustijd	105	15



figuur 1 De gegevens van tabel 2 in grafiekvorm

2.3 Inventariseren toekomstige werkpakket

Om een goede keuze te maken voor het toekomstige verspaningsmachine concept is het noodzakelijk om inzicht te krijgen in het type producten dat u waarschijnlijk in de toekomst gaat maken. Een gesprek hierover met klanten kan hierin duidelijkheid verschaffen. Belangrijk is de toekomstige productkenmerken in kaart te brengen. Voorbeelden van deze productkenmerken zijn productafmetingen, materiaalsoorten, nauwkeurigheden en soort bewerkingen.

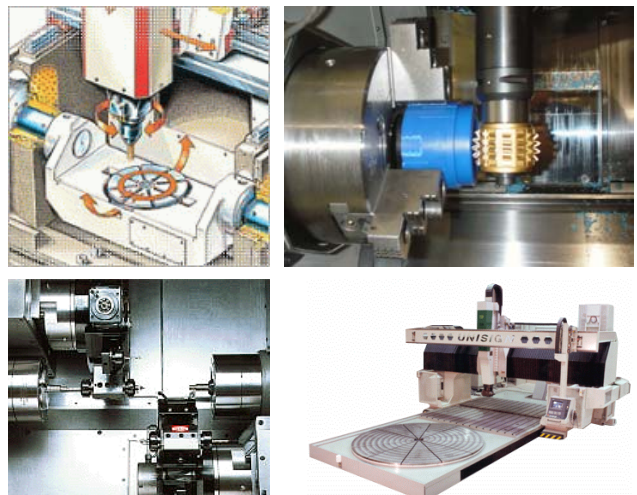
Het toekomstige werkpakket kan ook worden bepaald door toekomstige strategische keuzes in verspaningstechnologieën en/of marktsegmenten. Voorbeelden hiervan zijn het verspanen van geharde materialen (geharde matrijzen), het maken van zeer kleine complexe delen (medische industrie) of het 5-assig simultaan frezen (Aerospace).

2.4 Definitie van het ideale machineconcept

Door de uitkomst te bekijken van tabel 2 in samenhang met de toekomstige productkenmerken uit § 2.3 moet er een ideale routing voor het nieuwe productieproces worden opgezet. Met andere woorden: welke bewerkingen/bewerkingsstappen kunnen in één machine worden gecombineerd. Grote besparingen zijn mogelijk door producten waar mogelijk in één opspanning compleet te bewerken. Deze compleetbewerkingen vereisen vaak veranderingen in verspaningsstrategieën. Door hogesnelheidsfrezen is het bijvoorbeeld mogelijk om vanuit gehard materiaal matrijzen te frezen of grote volumes in korte tijd te verspanen.

Om inzicht te krijgen in de mogelijkheden van diverse machineconcepten is het aan te bevelen om met externe partijen, bijvoorbeeld gereedschap-, machineleveranciers of andere deskundigen op het gebied van productie-technologie, het werkpakket te doorlopen. Vaak biedt een frisse blik van buiten een andere kijk op het proces. Met deze nieuwe inzichten vult u opnieuw tabel 2 in. Deze uitwerking vergelijkt u met de uitkomst van de huidige situatie.

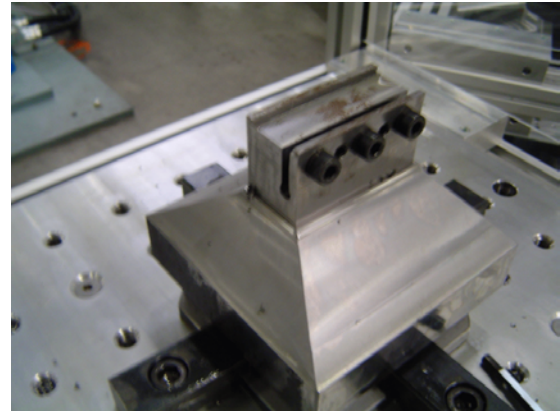
Nu kunt u een machineconcept definiëren die het beste bij uw situatie past. Voorbeelden van machineconcepten zijn: horizontale 4-assige bewerkingsmachines, 5-assige bewerkingsmachines, frees-draaimachines (multitaskmachines), hogesnelheidsfreesmachines, machines t.b.v. hardfrezen/draaien, Hexapod freesmachines, of combinaties van bovenstaande concepten (zie figuur 2). Tevens is aandacht voor automatiseringsconcepten, zoals palletwisselaars, robotbelading, portaalbeladers, enz. ook van belang (zie ook figuur 3).



figuur 2 Aantal voorbeelden van machineconcepten



figuur 3 Aantal voorbeelden van beladingsconcepten



figuur 4 Voorbeeld van een zwaluwstaartopspanning

Automatiseren heeft invloed op een aantal aspecten, n.l.:

- ▶ **Als de machine niet direct van een automatiseringssysteem wordt voorzien, maar mogelijk in de toekomst wel wordt geautomatiseerd**, houdt dan bij de aanschaf van de machine met het volgende rekening:
 - automatiseringsinterface;
 - gereedschapcapaciteit;
 - spanen afvoer;
 - automatische deuren;
 - lay-out van de opstelling;
 - enz.
- ▶ **Hoelang wil ik onbemand kunnen werken?** Dit is afhankelijk van de gemiddelde cyclustijd. Deze cyclustijd bepaald hoeveel pallets/productopslagplaatsen/stafvoorraad u nodig heeft om bijvoorbeeld een gehele nacht onbemand te kunnen produceren.
- ▶ **Hoeveel gereedschappen moet ik in de machine kunnen plaatsen?** Als u verschillende producten door elkaar produceert in een onbemande cyclus heeft u een groter gereedschapmagazijn nodig dan bij het produceren van een soortgelijk product.
- ▶ **In welke vorm ga ik beladen?** Stafmateriaal, het ruwe materiaal, palletbelading of productbelading.
- ▶ **Kunnen meetcyclussen automatisch worden uitgevoerd?**
- ▶ **Kan er gereedschapbreukcontrole plaatsvinden** en kan er dan een zustergereedschap worden geactiveerd?
- ▶ **Hoeveel mensen heb ik nodig voor het proces?** Door mogelijke onbemande productie kan het zijn dat er meer moet worden geprogrammeerd, vaker beladen, of het werk neemt toe op het gebied van bankwerken, meetkamer, e.d.

2.5 Bepalen van benodigde toekomstige werkmethoden

Bij het toepassen van machines met gecombineerde technologieën is het noodzakelijk om de werkmethoden aan te passen. Als we bijvoorbeeld alleen al kijken naar het opspannen: in de oude situatie had elke bewerkingsschakel zijn eigen opspanning. Deze opspanmethoden zijn op een compleetbewerkingsmachine vaak niet meer te gebruiken. Alle bewerkingsvlakken moeten voor bewerking toegankelijk zijn voor optimaal gebruik van de mogelijkheden van de machine. Zo wordt bijvoorbeeld op een 5-assige bewerkingsmachine veelal een zwaluwstaartopspanning gebruikt (zie figuur 4).

Bij compleetbewerkingen komt het ruw voorbewerken en het bijbehorende spannen en ontspannen te vervallen. Hierop moeten dus de bewerkingstrategieën op een compleetbewerkingsmachine worden aangepast. Het traditionele zware verspanen (grote diameters frezen, relatief grote snededieptes) dient te worden vervangen door moderne verspaningstrategieën (hoge snijsnelheid, relatief kleine sneden).

Bij teruglopende seriegroottes wordt er vaker omgesteld. Dit betekent een toename van gereedschapinstellingen. Bij geautomatiseerde bewerkingsmachines worden vaak meerdere verschillende producten onbemand geproduceerd. Dit heeft tot gevolg dat het aantal gereedschappen in de bewerkingsmachine nog verder toeneemt. Standaardisatie van gereedschappen en opspanmiddelen biedt hier een groot voordeel. Met de standaardset gereedschappen zoveel mogelijk bewerkingen uitvoeren aan het product, reduceert het aantal in te stellen gereedschappen. Om het totale gereedschapinstelproces te optimaliseren is het noodzakelijk gebruik te maken van voorinstelapparatuur en een gereedschapbeheersysteem.

Het programmeren van compleetbewerkingsmachines (zie figuur 5) is veel complexer dan de traditionele CNC-machines, door meervlaksbewerkingen en moderne verspaningsstrategieën. Programmeren aan de machine kost te veel tijd en gaat dus ten koste van de productiviteit. Het gebruik van een CAD/CAM-systeem is dus veelal noodzakelijk. Zonder een CAM systeem is het zelfs helemaal niet mogelijk. Dit geldt met name voor complexe 3D oppervlakken, 5-assig simultaan frezen en multi task machining.



figuur 5 Voorbeeld van een compleetbewerkingsmachine

3 Selecteren

3.1 Opstellen eisen-/wensenlijst

Aan de hand van de analyse die gemaakt is in hoofdstuk 2 moet een vertaalslag worden gemaakt naar machinenspecificaties. Dit traject vergt veel aandacht. Onder eisen verstaan we punten waaraan de machine minimaal moet voldoen om het toekomstige werkpakket te kunnen maken.

Voorbeelden van enkele belangrijke aspecten bij het opstellen van een eisen-/wensenlijst zijn:

- ▶ **Bereik van de machine**
Let op! Bij 5-assige machines en multitaskmachines is het werkelijke bereik meestal veel kleiner dan het assenbereik doet vermoeden. De gereedschaplenge moet verrekend worden in het effectieve bereik.
- ▶ **Bepalen van de vereiste machine nauwkeurigheid**
De nauwkeurigheid van de machine is op 1 as gemeten nauwkeuriger dan in vergelijking met het resultaat dat u behaalt als alle assen tegelijk bewegen. Bijvoorbeeld bij 5-assig simultaan bewerken. In de documentatie van de machineleverancier staat meestal vermeld wat de nauwkeurigheid van de verschillende assen is in een statische opstelling. Dat wil zeggen dat er bij de meting maar 1 as tegelijk wordt gemeten. Voor u als gebruiker is het echter belangrijk te weten wat de te behalen nauwkeurigheid in de praktijk is. Dit is vast te stellen met een dynamische nauwkeurigheidsmeting. Bij een dynamische meting worden alle assen (tegelijktijdig) gebruikt. Ook de invloed van warmteontwikkeling en verspaningskrachten op de nauwkeurigheid van de machine wordt zichtbaar. Een dynamische meting is het beste uit te voeren op een vooraf gedefinieerd afnameproduct, waarin de voor u gewenste nauwkeurigheid is vastgelegd. Ook zijn er standaardafnamewerkstukken o.a. voor bijv. 5-assige machines (zie figuur 6 en www.ncg.de).



figuur 6 Voorbeeld van een afnamewerkstuk voor een 5-assige freesmachine

- ▶ **Warmte compensatie**
Bij machines is warmteontwikkeling ook een grote invloedsfactor op de nauwkeurigheid. Machines kunnen daarvoor worden uitgerust met warmtecompensatie.
- ▶ **Aantal gereedschapsposities**
Let op! Bij geautomatiseerde machines waarop een mix van verschillende producten wordt geproduceerd, kan het aantal benodigde gereedschapsposities flink toenemen.
- ▶ **Toerental, vermogen en koppel van de spil**
Afhankelijk van de te bewerken materiaalsoorten en uit te voeren bewerkingen.
- ▶ **Type gereedschapopname**
Afhankelijk van toerentallen en soort bewerkingen.
- ▶ **Koeling en/of smering**
De trend in snijgereedschap concepten is breken en afvoeren van spanen door middel van zeer hoge koelwaterdrukken. Dit heeft grote voordelen ten aanzien van de betrouwbaarheid van het verspaningsproces. Koelen is niet altijd nodig, soms is het blazen van lucht met een minimale hoeveelheid smering een goed alternatief. Het blazen verwijdert de spanen en voorkomt de zogenaamde thermo shock bij hardmetalen snijgereedschappen. Minimaal smering voorkomt het plakken van spanen en geeft mindere verlies van smeermiddelen bij de afvoer van spanen. Dit heeft naast kostenbesparing het voordeel dat het milieu minder wordt belast.

- ▶ **Spaanafvoer**
De spaanafvoer is in de praktijk vaak de bottleneck in onbemande productie. Er zijn meestal specifieke spaanafvoersystemen met grotere capaciteit en cabinespoelsystemen om ophoping van spanen in de machine te voorkomen.
- ▶ **Automatisering**
Machines kunnen op diverse manieren worden geautomatiseerd. Als machines niet vanaf de fabriek geautomatiseerd zijn, maar dit in de toekomst wel gaat gebeuren, is het aan te bevelen de machine te voorzien van een automatiseringsinterface, automatische deuren, gereedschapbreuksystemen, enz.
- ▶ **Kan ik op de machine meten?**
- ▶ **Wat wordt de taakverdeling van het personeel voor dit proces?**
- ▶ **Ergonomie voor de gebruikers?**
Is er voldoende zicht op het werkstuk? Is de machine voldoende toegankelijk voor het op- en afbouwen van werkstukken, meten, enz. Is de machine voorzien van afzuiging bij nevelsmering e.d.
- ▶ **Hoeveel en hoe vaak moet ik gereedschap instellen**
Door het toepassen van meetsystemen kan het instellen/meten door de machine worden uitgevoerd. Afhankelijk van hoe vaak u instelt, kunt u de afwijking maken of dit zinvol is.
- ▶ **Is horizontaal bewerken een noodzaak, of is dit niet van belang.**
Horizontaal bewerken kan een groot voordeel opleveren met betrekking tot het afvoeren van spanen.
- ▶ **Wat is de maximale belastbaarheid van de tafel?**
Het gewicht van het product en de spanmiddelen mogen niet boven de maximaal toegestane tafelbelasting komen of de dynamiek van de machine nadelig beïnvloeden.
- ▶ **Hoe dynamisch is de machine**
Bij hoge toerentallen hoort ook een hoge voeding. Op kleine afstanden is het niet altijd zeker dat de machine de gevraagde tafelvoeding haalt, omdat versnellen en vertragen ook tijd kost. Dit doet zich met name voor bij kleine pockets, radii en 3D frezen. Berekende snijvoorwaarden kunnen dan heel anders zijn dan verwacht. De machine kan op kleine afstanden onvoldoende versnellen en vertragen.
- ▶ **Stabiliteit en stijfheid van de machine**
Het machineconcept bepaald de stabiliteit en de stijfheid van de machine. Machines met een hoge dynamiek worden bij het versnellen en vertragen extreem belast door het krachtenspel dat hierbij optreedt. Ook het verspanende proces belast de machine. Echter in het moderne verspaningsproces, met zijn lichte sneden/hoge voedingen en toerentallen zal de belasting voornamelijk komen door zijn eigen dynamica.
- ▶ **De blokverwerkingssnelheid van de besturing**
Bij het 3D frezen kan het zijn dat de machine even stil gaat staan, doordat de besturing te traag wordt in het verwerken van de data. Als de gewenste voeding niet wordt gehaald, heeft dit vaak gevolgen voor de kwaliteit van het werkstuk en de procesbetrouwbaarheid.

Onder wensen wordt verstaan extra opties of uitbreidingen die de productie van uw werkpakket of uw efficiëntie wel ondersteunen, maar niet noodzakelijk zijn. Het heeft de voorkeur de eisen-/wensenlijst zo concreet mogelijk te maken met harde eisen.

Voorbeelden van mogelijk wensen kunnen zijn:

- ▶ extra groot zichtvenster;
- ▶ een Nederlandstalige besturing;
- ▶ kleur van de machine.

Alle eisen en wensen dienen te worden samengevoegd in een tabel. Deze tabel biedt u de mogelijkheid om de vergelijking tussen verschillende machines, ten aanzien van uw eisen en wensen, inzichtelijk te maken.

Een voorbeeldtabel, om zelf in te vullen kan worden gedownload op de site <http://www.verspaning-online.nl>.

3.2 *Maken grove selectie machines/leveranciers*

Met uw opgestelde eisen en wensen kunt u nu gericht gaan zoeken naar mogelijke aanbieders op bijvoorbeeld internet, vakbeurzen of demodagen van leveranciers. In deze voorselectiefase is het de bedoeling dat u een grove selectie maakt van potentiële aanbieders. Door het opvragen van productinformatie bij leveranciers krijgt u een globaal inzicht in de voor u interessante aanbieders.

3.3 *Shortlist leveranciers opstellen*

Vergelijk de verkregen informatie van leveranciers met de opgestelde eisen- en wensenlijst. Een aantal machines/leveranciers zullen direct afvallen of in eerste instantie niet voldoen. Wat overblijft zijn de machines waarover u verdere gedetailleerd informatie moet inwinnen. Deze shortlist van machines/leveranciers kunt u gebruiken voor het maken van gerichte afspraken met de betreffende leveranciers.

3.4 *Eerste gesprekken voeren met leveranciers*

In de eerste gesprekken met leveranciers is het handig om te praten over uw werkpakket dat u op de machine gaat maken. De leverancier kan dan met u meedenken over het door u gekozen machineconcept en machinespecificaties. In de praktijk kan dit betekenen dat u door deze gesprekken tot nieuwe inzichten komt. De eisen- en wensenlijst moet hierop worden aangepast. In de tabel kunt u de verschillende machines met elkaar vergelijken door per eis/wens de diverse machines te beoordelen door het geven van een cijfer of doormiddel van + en – tekens.

3.5 *Bedrijven zoeken voor representatieve demo's/test producten afnemen*

Na de invulling van de eisen- en wensenlijst weet u welke machines u nader wilt bekijken. Het beste kunt u samen met de leveranciers en enkele medewerkers uit uw bedrijf naar deze machines gaan kijken. Dat kan plaatsvinden op beurzen, fabriek van de leverancier, maar bij voorkeur ook bij een bedrijf waar zo'n machine in gebruik is op een representatief werkpakket. Door vragen te stellen aan de gebruiker van de machine kunt u zeer zinvolle informatie verkrijgen over de lay-out van de machine, fundatie, ergonomie, betrouwbaarheid, storingsgevoeligheid, logistiek om de machine, de praktische nauwkeurigheid van de machine en de service die de leverancier biedt. Hiermee kunt u mogelijke valkuilen voorkomen.

3.6 *Alle benodigheden in kaart brengen, zoals tooling, plaatsing, onderhoud/service*

Voor dat een definitieve machinekeuze gemaakt wordt, is het aan te bevelen om per mogelijke machine in kaart te brengen welke andere zaken nog benodigd zijn.

Aandachtspunten hierbij zijn:

- ▶ Tooling (snijgereedschap, houders, spangereedschap, pallets, meetgereedschap, enz.).
- ▶ Plaatsing van de machine (fundatie of eventuele andere aanpassingen aan uw gebouw, hijsmiddelen, werkplaatslayout, enz.).
- ▶ Onderhoud en service van de machine (wie doet wat, onderhoudsfrequentie, wie heeft welke spare parts, reactietijd leverancier bij storingen, onderhoudscontract, opleiden van eventuele eigen technische dienst, enz.).
- ▶ Ondersteuning bij het opstarten van de productie kan ook een aandachtspunt zijn (opleiding van het personeel, tijdstudies op de producten, eventuele turnkey oplevering van de machine waarop het product reeds draait).

3.7 *Evalueren matrix*

Voordat een definitieve keuze wordt gemaakt, is het raadzaam de organisatie te betrekken in de evaluatie van de ingevulde eisen- en wensenlijst (shortlist). Hiermee wordt een draagvlak gecreëerd bij de medewerkers. Ook kunnen de medewerkers aangeven of aan alle aspecten is gedacht.

4 *Kiezen bewerkingsmachine*

4.1 *Maken van de keuze*

Als alle noodzakelijke informatie verzameld en bekeken is, kan een gefundeerde keuze worden gemaakt voor één machine. Uiteraard spelen financiën een grote rol in dit geheel maar besef wel dat de goedkoopste oplossing niet altijd het beste is. Bespreek de uiteindelijke keuze nogmaals met het betrokken personeel, zodat daar ook draagvlak wordt gecreëerd. Een machine waarvoor geen draagvlak is, kan nagenoeg niet succesvol worden geïmplementeerd.

Enkele financiële aspecten kunnen zijn:

- ▶ De mogelijk te besparen kosten met deze investering.
- ▶ De financiële consequentie voor de andere processen in de organisatie, zoals bijvoorbeeld werkvoorbereiding, planning, logistiek, voorraden, enz..
- ▶ Wat is de terugverdientijd van de gehele investering (Return On Investment).
- ▶ Invloed op het personeelsbestand en de daarbij behorende kosten.
- ▶ De implementatiekosten.

Organisatorische aspecten kunnen zijn:

- ▶ Hoe krijg ik het nieuwe proces in de organisatie geïmplementeerd (wat moet ik hiervoor doen)?
- ▶ Wie krijgt welke taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden?
- ▶ Hoe wordt het proces bemand?
- ▶ Gaan we centraal of decentraal programmeren?
- ▶ Welke impact heeft deze keuze op andere processen in de organisatie?
- ▶ Is er in de opstart fase extra hulp nodig?
- ▶ Welke invloed heeft de nieuwe werkplaats lay-out op de andere processen?

Het opstellen van een contract is een belangrijk aspect bij de aankoop van een machine. Belangrijke aspecten bij het opstellen van een contract zijn:

- ▶ Wie is verantwoordelijk voor het transport en de plaatsing van de machine?
- ▶ Levertijd/oplevering voor gebruik in de productie. Eventuele boeteclausule op te late levering.
- ▶ Garantiebepalingen (termijn + eventuele door de leverancier aangeven uitzonderingen).
- ▶ Goede specificatie van de prestaties van de machine en de gekozen opties.
- ▶ Betalingsvoorwaarden.
- ▶ Afname van de machine (eventueel door externe partij).
- ▶ Eventuele turnkey levering.
- ▶ Opleiding en scholing.
- ▶ Van toepassing zijnde rechtssysteem (Bij voorkeur Nederlands recht).
- ▶ Overige leveringsvoorwaarden.
- ▶ Het maken van een testproduct of afnameproduct.
- ▶ Service en onderhoud.

Voor het maken van een goed contract kunt u uw brancheorganisatie raadplegen of gebruik maken van gespecialiseerde externe partijen.

5 *Implementeren*

5.1 *Plan van aanpak opstellen en planning maken*

Meestal zit tussen bestellen en leveren van de machine enige tijd. Deze tijd kunt u goed gebruiken om de

implementatie van de nieuwe machine voor te bereiden. Bij de planning zijn de voorbereidingen terug te plannen vanaf de leverdatum van de machine.

Aan te bevelen is een plan van aanpak met bijbehorende planning te maken. Belangrijke aandachtspunten hierin zijn:

- ▶ Opleiding personeel.
- ▶ Personeel voorbereiden op eventuele functie- en taakwijzigingen.
- ▶ Aannemen eventueel nieuw personeel.
- ▶ Aanschaf tooling en randgebeuren.
- ▶ Eventuele aanmaak postprocessor ten behoeve van CAD/CAM-systeem.
- ▶ Werkplaats lay-out en werkplek lay-out.
- ▶ Eventuele fundatiewerkzaamheden en andere aanpassingen in het gebouw.
- ▶ Na opleiding starten met de productievoorberedingen (NC-programmering, opspanningen, enz.) van de eerste producten die op de nieuwe machine moeten worden geproduceerd).
- ▶ Aanpassen van de overige processen in de organisatie:
 - Werkvoorbereiding;
 - Planning;
 - Inkoop;
 - Verkoop;
 - Logistiek;
 - Enz.

Het is raadzaam om alle noodzakelijke stappen in een lijst te verwerken. Voor elke actie kan een verantwoordelijke worden aangesteld. Bespreek regelmatig de voortgang op elk punt van de actielijst. Hiermee voorkomt u dat er zaken worden vergeten of te laat in gang worden gezet. Deze bespreking kan vaak in zeer korte tijd worden afgehandeld en voorkomt veel problemen.

5.2 *Maken lay-out werkplaats*

De nieuwe machine zal een belangrijke plek in uw werkplaats innemen. Het logistiek proces is van enorm belang voor een goede doorstroom van de order. Als de machine continue produceert op verschillende orders zal er mogelijk meer onderhanden werk bij de machine staan. Materiaal moet dus gemakkelijk aan- en afgevoerd kunnen worden. Vergeet dus niet in het maken van de lay-out om hiermee rekening te houden. Onderhoudsmonteurs moeten een goede toegang hebben tot alle machinedelen. Houdt hier rekening mee! Tevens moet er voldoende ruimte zijn om de nieuwe machine op zijn plaats te zetten.

Belangrijke andere aandachtspunten bij het maken van de werkplek lay-out zijn:

- ▶ Aansluitingen stroom, lucht, netwerk, enz.;
- ▶ Gereedschapopslag;
- ▶ Eventuele voorinstelplaats;
- ▶ Aanvoer materiaal;
- ▶ Afvoer gereed product;
- ▶ Afvoer spanen;
- ▶ Programmeerplek (computer, bureau, enz.).

5.3 *Werkmethoden implementeren*

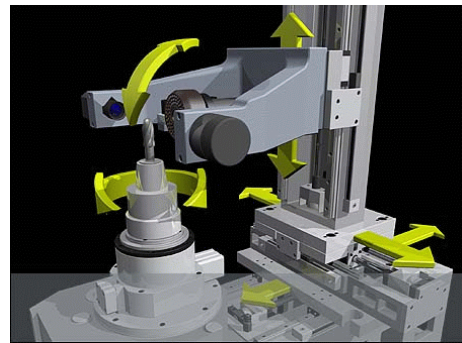
Als de nieuwe machine eenmaal is geplaatst, vindt de implementatie van de nieuwe werkmethoden plaats. Deze fase vraagt veel aandacht en energie. Medewerkers hebben tijd nodig om te wennen aan de nieuwe werkmethoden.

Houdt rekening met een realistische implementatietijd. Stel geen te hoge verwachting aan het operationeel krijgen van het gehele proces. Dit voorkomt veel frustraties. De nieuwe machine en/of proces staat meestal vol in de belangstelling. Dit kan verkeerde verwachtingen wekken bij uw klant of intern in uw bedrijf. Door een realistische planning op te stellen en deze duidelijk te communiceren kunt u dit voor komen.

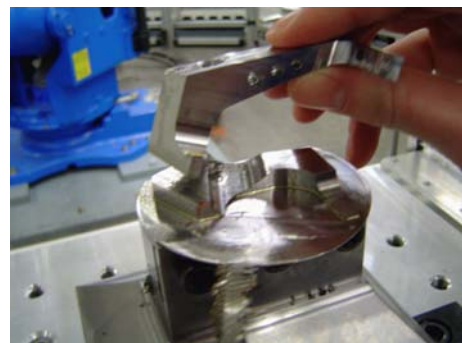
Er zullen onvoorziene problemen naar boven kunnen komen. Vaak wordt dan (te snel) teruggevallen op de oude vertrouwde werkmethode. Het is de uitdaging oplossingen te zoeken op de nieuwe ingeslagen weg. Dit vraagt goede begeleiding en doorzettingsvermogen.

Een aantal werkmethode kan ook voor de machineplaatsing worden geïmplementeerd. Te denken valt hierbij aan:

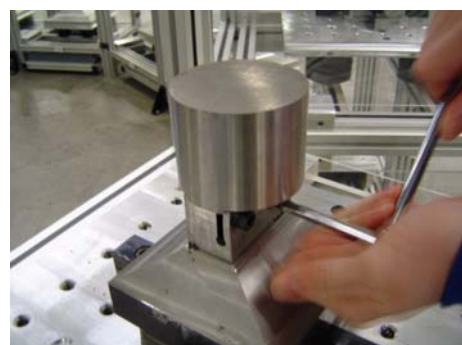
- ▶ CAD/CAM systeem;
- ▶ Voorinstelapparaat (zie figuur 7);
- ▶ Gereedschapbeheersysteem;
- ▶ Aanmaak nieuwe opspanmiddelen (zie figuren 8 en 9).



figuur 7 Voorinstelapparaat snijgereedschappen



figuur 8 Spanvoorbeeld voor compleetbewerking



figuur 9 Spanvoorbeeld voor compleetbewerking

6 *Referenties*

- www.vdi.de
VDI/DGQ 3441 Statische nauwkeurigheidsnorm.
- www.mmsonline.com
Belangrijke internationale site op het gebied van machines, CAD/CAM, enz.
- www.cnc-club.de
Site voor cnc gebruikers.
- www.ncg.de
Site voor cnc gebruikers.

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, J-W. Klein Winkel (STODT) werd ondersteund door een begeleidingsgroep bestaande uit: W. Lenselink (STODT), R. van den Bosch (STODT), J. van de Put (Syntens), M. de Graaf (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 J-W. Klein Winkel (tel.: 0546-822455, e-mail: jw.kleinwinkel@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
(079) 353 11 00/353 13 41
Telefoon: (079) 353 13 65
Fax: (079) 353 13 65
E-mail: pbo@fme.nl
Internet: www.fme.nl



© Vereniging FME-CWM/september 2005 - 02

Niets uit deze uitgave mag worden vervaelvoudigd 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-cwm.nl