

Informatieblad

# Kunststofverwerkende industrie

(Spuitgieten en extrusie)

t.b.v. energie in de milieuvergunning  
voor niet MJA-inrichtingen

# Kunststofverwerkende industrie

A large, white, curved shape, resembling a stylized wave or a thick brushstroke, dominates the lower half of the image. It starts from the left edge and curves upwards and then downwards towards the right edge. The background is a solid, medium gray color.

Een uitgave van Informatiecentrum  
Milieuvergunningen (InfoMil), september  
1996

De Commissie Emissies Lucht (CEL) heeft  
ingestemd met de inhoud van deze uitgave.

*Vormgeving*  
Conefrey/Koedam BNO, Roelofarendsveen

*Druk*  
Drukkerij Groen, Leiden

*Bestelwijze*  
Dit informatieblad is verkrijgbaar bij  
InfoMil (070) 361 05 75

Ondanks het feit dat bij de samenstelling van  
deze publikatie grote zorgvuldigheid in acht  
is genomen, kunnen er geen rechten aan  
worden ontleend.

© InfoMil, Den Haag 1996

# Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	
1.1	Achtergrond en doel	5
1.2	Begripsbepalingen	5
1.3	Gebruik van het informatieblad	5
1.4	Strategie bij energiebesparing	6
1.5	Opbouw en status	7
<b>2</b>	<b>De kunststofverwerkende industrie</b>	<b>8</b>
2.1	Structuur	8
2.2	Energiegebruik	8
2.3	Omschrijving processen	8
<b>3</b>	<b>Energiebesparende maatregelen</b>	<b>11</b>
3.1	Stand der techniek	11
3.2	Aandachtspunten	13
3.3	Good housekeeping	15
<b>4</b>	<b>Vragenlijst stand der techniek kunststofverwerkende industrie</b>	<b>16</b>
	<b>Bijlagen</b>	
1	Referenties	18
2	Definities en termen	18



# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond en doel

Het informatieblad kunststofverwerkende industrie maakt deel uit van een reeks informatiebladen die is ontwikkeld ter ondersteuning van het bevoegd gezag bij het opnemen van het aspect energie in de milieuvergunning. Deze informatiebladen vormen een aanvulling op de 'voorlopige handleiding energie in de milieuvergunning voor inrichtingen die niet tot een MJA zijn toegetreden' (verder aangeduid als 'voorlopige handleiding').

Dit informatieblad geeft een overzicht van de energiebesparende maatregelen die toegepast kunnen worden in de kunststofverwerkende industrie. De nadruk ligt hierbij op technische maatregelen. Met behulp van onderstaande informatie kan het bevoegd gezag vaststellen of deze maatregelen reeds worden toegepast en zo niet of het redelijk is deze te vragen.

Het vooroverleg in de vergunningprocedure is van groot belang. Dat is de fase waarin moet worden geprobeerd zoveel mogelijk inzicht te krijgen in de energiebesparingsmogelijkheden en overeenstemming te bereiken over de maatregelen die het bedrijf gaat nemen. Geadviseerd wordt hierbij zo mogelijk aan te sluiten bij de initiatieven van het bedrijf zelf. Zo wordt de eigen verantwoordelijkheid en de zelfwerkzaamheid van het bedrijf bevorderd.

## 1.2 Begripsbepalingen

In bijlage 2 is een aantal begrippen gedefinieerd. De in dit blad genoemde besparingspercentages en terugverdientijden van energiebesparende maatregelen zijn indicatief en gelden voor gemiddelde situaties. Bij de berekening van de indicatieve terugverdientijd zijn de energieprijzen van 1996 aangehouden en zijn eventuele subsidies buiten beschouwing gelaten.

Bij de berekening van de terugverdientijd voor een specifieke situatie dient te worden uitgegaan van de definitie. Hierbij wordt uitgegaan van het (meer)investeringsbedrag en de jaarlijkse opbrengsten ten gevolge van de energie die wordt bespaard en andere besparingen. Benadrukt wordt dat bij deze berekening geen rekening gehouden wordt met kosten verbonden aan het (vervroegd) uit bedrijf nemen van een installatie. Verder houdt deze berekeningsmethode van de terugverdientijd geen rekening met rentekosten. Andere methoden, zoals de netto contante waarde methode, doen dit wel.

In dit informatieblad is de aandacht gericht op energiebesparende maatregelen aan de processen in de kunststofverwerkende industrie. De in dit blad opgenomen maatregelen zijn onderverdeeld in drie categorieën: stand der techniek, aandachtspunten en good housekeeping.

Indien voor een gemiddelde situatie de indicatieve terugverdientijd 3 jaar of minder kan bedragen, is de maatregel als 'stand der techniek' opgenomen. Voor zover mogelijk zijn daarbij tevens de criteria aangegeven, waaronder de maatregel in gemiddelde situaties aan deze terugverdientijd voldoet. Energiebesparingsmaatregelen die minder vaak van toepassing zijn of minder concreet zijn, zijn niet als stand der techniek aangegeven, maar als 'aandachtspunten'. Good housekeeping maatregelen zijn gedragsafhankelijk en hebben over het algemeen een betrekkelijke geringe financiële omvang en een relatief korte terugverdientijd. In een aantal gevallen kan men uit oogpunt van minder goede handhaafbaarheid van deze maatregelen geen vergunningvoorschriften opstellen.

## 1.3 Gebruik van het informatieblad

Er is een meerjarenafspraak (MJA) met de kunststofverwerkende industrie afgesloten. Voor bedrijven die zijn toegetreden tot de MJA wordt verwezen naar de circulaire 'omgaan met energieverbruik en meerjarenafspraken bij de milieuvergunning'. Dit informatieblad kan in combinatie met de 'voorlopige handleiding' worden gebruikt voor bedrijven die niet zijn toegetreden tot de MJA.

Nader inzicht in de energiehuishouding van een inrichting wordt verkregen via de energie-analyse (stap 2 'voorlopige handleiding'). Met dit informatieblad kan het bevoegd gezag vaststellen of ten aanzien van de procesvoering de stand der techniek wordt toegepast. Voor maatregelen die gerelateerd zijn aan gebouwen of faciliteiten wordt verwezen naar de desbetreffende informatiebladen. Het bevoegd gezag kan met dit informatieblad vaststellen of ten aanzien van processen energiebesparende maatregelen zijn getroffen (stap 3 'voorlopige handleiding'). Daartoe is een vragenlijst als hulpmiddel opgenomen. Het gebruik van de vragenlijst hangt af van de situatie. Zo kan de vragenlijst voor het vooroverleg worden opgestuurd aan de aanvrager, die deze lijst eventueel zelf kan invullen. Levert invulling van de vragenlijst problemen op voor de aanvrager, dan kan het formulier ook gezamenlijk met de vergunningverlener worden ingevuld tijdens het

vooroverleg. Indien het bedrijf een energiebesparingsonderzoek heeft laten uitvoeren en op grond daarvan een energiebesparingsplan heeft opgesteld, kan dit informatieblad dienen als toetsingskader voor het onderdeel 'processen' uit het energiebesparingsplan.

In dit informatieblad wordt informatie voor gemiddelde situaties gegeven. Maatregelen kunnen niet uitsluitend op basis van dit blad worden voorgeschreven. Op inrichtingniveau dienen de kosten en opbrengsten per relevante maatregel in geval van twijfel te worden bepaald. Pas dan kan een ALARA-afweging worden gemaakt.

Er kan onderscheid gemaakt worden tussen nieuwe en bestaande situaties. Met name voor nieuwe situaties wordt er vanuit gegaan dat de stand der techniek wordt toegepast. Bij bestaande processen is de stand der techniek in een aantal gevallen alleen aan de orde als het om een ingrijpende aanpassing gaat. Verder spelen afschrijvingstermijnen van bestaande installaties en investeringsplannen van het bedrijf een belangrijke rol. De gehanteerde afschrijvingstermijnen kunnen per installatie en/of bedrijf verschillen. Dit hangt onder andere af van de gebruikte methode en afspraken met de fiscus.

*Bovenstaande maakt duidelijk dat iedere situatie apart beoordeeld moet worden.*

Dit informatieblad belicht de invloed van maatregelen op het energiegebruik van kunststofverwerkende bedrijven. Bij afspraken over de implementatie van maatregelpakketten dient de vergunningverlener een integrale afweging van alle milieuaspecten te maken. Het weergeven van andere milieuaspecten valt echter buiten het bestek van dit informatieblad.

#### 1.4 Strategie bij energiebesparing

In de strategie bij energiebesparing is de volgende prioriteitsvolgorde voor de technische maatregelen opgenomen:

- 1<sup>e</sup> vermindering van de energiebehoefte;
- 2<sup>e</sup> hergebruik van energie;
- 3<sup>e</sup> verbetering van de energieomzetting.

##### *Vermindering van de energiebehoefte*

Hierbij wordt het energiegebruik afgestemd op de werkelijke behoefte van de productieprocessen. Door onder andere isolatie en optimalisatie van de processen kan de energiebehoefte worden verlaagd. In feite is hier sprake van maatregelen aan de bron, anders gezegd procesgeïntegreerde maatregelen.

##### *Hergebruik van energie*

Door hergebruik van energie wordt de hoeveelheid afvalenergie verminderd en neemt het energiegebruik af. Hergebruik van energie wordt in processen met name gerealiseerd door het toepassen van warmteterugwinning, bijv. bij de oliekoeler.

##### *Verbetering van de energie-omzetting*

Nadat de energiebehoefte en het hergebruik zijn geoptimaliseerd, wordt bepaald welke energie-omzetter in het specifieke geval het meest energiezuinig is of met energiezuinige technieken kan worden aangepast. Veelal betreft dit maatregelen aan faciliteiten, zoals een HR-ketel.

Naast het toepassen van bovengenoemde technische maatregelen is een goede organisatorische inbedding van de zorg voor een zuinig energiegebruik (energiebeheer) een belangrijke voorwaarde om tot energiebesparing te komen. Energiebeheer is het volgens een vooropgezet plan en op systematische wijze in kaart brengen van en bewaken van de energiekosten, met als doel om tegen minimale energiekosten en minimale belasting van het milieu de doelstellingen van het bedrijf of de organisatie te realiseren. Energiebeheer levert in veel gevallen een besparing van 5 à 10 % op, alleen al door 'good housekeeping' maatregelen. Omdat energiebeheer een organisatorische aanpak vereist waarbij een zekere motivatie binnen de onderneming nodig is, kan energiebeheer het beste worden meegenomen bij de eventuele realisatie van een bedrijfsintern milieuzorgsysteem. In dit informatieblad wordt niet verder op energiebeheer/ energieregistratiesystemen ingegaan omdat dit veelal organisatorische maatregelen betreffen. Incidenteel wordt, waar dit relevant is, wel ingegaan op good housekeeping maatregelen.

Bij de algemene strategie geldt verder dat uitvoering van een bepaalde maatregel de technische en economische haalbaarheid van andere maatregelen beïnvloedt. Het uitvoeren van een maatregel heeft een verlaging van het energiegebruik tot gevolg, waardoor de energiebesparing van de volgende maatregel minder wordt. De volgorde waarin maatregelen worden uitgevoerd is derhalve van groot belang.

## 1.5 Opbouw en status

In hoofdstuk 2 van dit informatieblad wordt een overzicht gegeven van de structuur en van het energiegebruik in de kunststofverwerkende industrie. In hoofdstuk 3 wordt een overzicht gegeven van de energiebesparende maatregelen alsmede een toelichting daarop. In hoofdstuk 4 is een vragenlijst opgenomen. In bijlage 1 wordt een overzicht van de referenties gegeven. In bijlage 2 zijn enkele definities en termen opgenomen.

Dit informatieblad is samengesteld door het Informatiecentrum Milieuvergunningen (InfoMil), dat hiertoe (tijdelijk) een werkgroep heeft geformeerd, waaraan is deelgenomen door de Nederlandse Federatie voor Kunststoffen (NFK), Novem en de (gemeentelijke) overheid. Vervolgens is het blad becommentarieerd door de Werkgroep Energie in de Milieuvergunning (WEM), een ambtelijk orgaan waarin de ministeries van EZ en VROM, de Inspectie Milieuhygiene, het IPO, de VNG en VNO/NCW zijn vertegenwoordigd.

Tenslotte heeft de Commissie Emissies Lucht (CEL) ingestemd met de inhoud van het informatieblad. In de CEL zijn provinciale en gemeentelijke overheden op bestuurlijk niveau vertegenwoordigd, alsmede de betrokken ministeries.

Het blad is informerend en adviserend en heeft niet de status van een richtlijn. Het informatieblad dient in combinatie met de 'voorlopige handleiding' gebruikt te worden. Indien noodzakelijk wordt het informatieblad na verloop van tijd op basis van praktijkervaring en/of door ontwikkelingen in de stand der techniek aangepast.

# 2 De kunststofverwerkende industrie

## 2.1 Structuur

In de kunststofsector zijn ruim 1.100 bedrijven actief, waarvan ruim 450 met meer dan 10 werknemers. In de sector wordt ongeveer 1.200.000 ton kunststof per jaar verwerkt. Het grootste deel van de verwerkte kunststoffen (90%) zijn *thermoplasten*. Deze kunststoffen verweken en smelten door verwarming en kunnen dan tot producten worden gevormd. Thermoplasten worden door de chemische industrie veelal als korrel- of poedervormige grondstof aangeleverd. Bekende thermoplasten zijn polyetheen (PE), polyvinylchloride (PVC), polypropyleen (PP) en polystyreen (PS). De toegepaste productietechnieken zijn spuitgieten, extruderen, kalenderen, folieblazen en vacuümvormen. Spuitgieten en extrusie zijn de meest toegepaste productietechnieken (tezamen in zo'n 70% van de bedrijven). In productievolumen neemt extrusie de voornaamste plaats in met circa 60% van de totale capaciteit en vervolgens spuitgieten met circa 40% van de capaciteit. Op grond hiervan zijn de processen spuitgieten en extrusie voor dit blad geselecteerd. De resterende 10% van de verwerkte kunststoffen wordt gevormd door *thermoharders*, uithardende en stijve materialen soms versterkt met vezels of anderszins. De macromoleculaire structuur wordt pas tijdens de verwerking door niet omkeerbare chemische reactie verkregen. Deze structuur is definitief en kan door verwarmen niet meer verweken. Bekende thermoharders zijn polyurethaan (PUR) en polyesterharsen (UP). In dit blad worden de thermoharders verder buiten beschouwing gelaten.

## 2.2 Energiegebruik

Het energiegebruik in de kunststofverwerkende industrie bedraagt ca. 13 PJ (400 miljoen m<sup>3</sup> a.e.). Dit energiegebruik is als volgt verdeeld over de verschillende energiedragers: 996 mln. kWh elektriciteit, 93 mln. m<sup>3</sup> aardgas en een klein deel overige energiedragers. De energiekosten bedragen 1,9% van de omzet en 4,3% van de productiekosten. In 1993 is een actieprogramma gestart om een structurele besparing van energie te bereiken: op 14 december 1994 is een meerjarenafspraak (MJA) afgesloten, waaraan eind 1995 bijna 70 bedrijven deelnemen die circa 50% van het energiegebruik in de branche voor hun rekening nemen. Het doel is om in het jaar 2000, met inbegrip van autonome groei, een efficiencyverbetering van 20% te behalen ten opzichte van 1989.

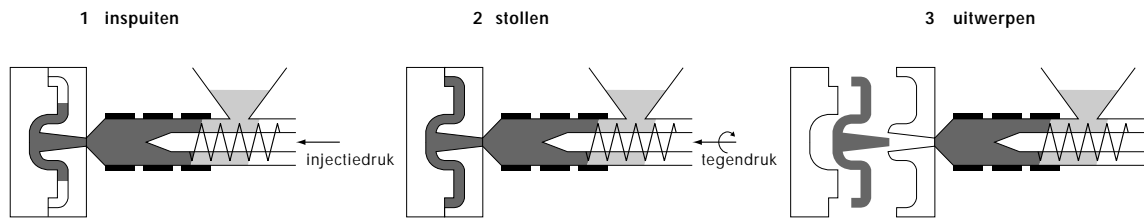
Het energiegebruik kan opgesplitst worden in dat voor gebouwen, voor faciliteiten en voor processen. Het gasgebruik bij kunststofverwerkende bedrijven is in hoofdzaak voor ruimteverwarming en varieert van 5 tot 15% van het totale energiegebruik. Het energiegebruik voor ruimteverwarming hangt sterk samen met de interne warmteafgifte door de opgestelde machines en het toegepaste ventilatiesysteem. De belangrijkste faciliteiten in de kunststofverwerkende industrie zijn waterkoeling (voor productiematrijzen) en perslucht. Het energiegebruik voor faciliteiten bedraagt ca. 15% van het totaal energiegebruik. Het energiegebruik voor processen bedraagt ca. 75% van het totaal energiegebruik.

## 2.3 Omschrijving processen

### Spuitgieten

Bij spuitgieten wordt de grondstof in de vorm van granulaat of poeder in een door elektrische verwarmingselementen op temperatuur gehouden cilinder gebracht. In de cilinder wordt de grondstof verplaatst met behulp van een schroef. Hierbij wordt het materiaal gesmolten, zowel door de eerdergenoemde verwarming als door de ontwikkelde wrijvingswarmte. Aan de voorkant van de cilinder is het materiaal voldoende vloeibaar en wordt het in een matrijs gespoten doordat de schroef tevens als plunjer dienst doet. In de met water of olie gekoelde matrijs koelt het product onder druk af. Na stollen van de kunststofsmelt wordt de matrijs geopend en het product uitgestoten. Bij spuitgieten (een discontinu proces) is er sprake van een cyclustijd. Dit is de tijd die nodig is om de matrijs te vullen, te koelen en te lossen. Spuitgieten is één van de technieken die economisch rendabel wordt bij grote series. Dat komt onder andere doordat aan het maken van een matrijs hoge kosten verbonden zijn. De grootte van een spuitgietmachine wordt uitgedrukt in de sluitkracht: de kracht die nodig is om de matrijs gesloten te houden. Dit vindt plaats met een hydraulische cilinder of met een kniehefboom (huidige verdeling 40–60%). Kniehefboommachines met de juiste hefboomgeometrie kunnen zonder hydraulische druk hun sluitkracht houden, waardoor het energiegebruik laag is. Bij korte cyclustijd is de kniehefboommachine geschikter als gevolg van de hogere snelheden die met de kniehefboommachine bereikt kunnen worden (korte cyclustijd 7 à 10 s, lange cyclustijd 30 à 60 s). Op de volgende bladzijde is het proces schematisch weergegeven.

## schema spuitgietproces



Spuitgieten vraagt relatief veel energie, nl. 700 tot 900 kWh/ton gereed product. In sommige gevallen is dit zo'n 600 kWh/ton gereed product. Bij een machinepark bestaande uit 10 machines met elk een gemiddelde sluitkracht van 400 ton en een productie bij volcontinu bedrijf van zo'n 650 ton kunststof per jaar bedragen de jaarlijkse energiekosten van de machines circa f 500.000,-. Afhankelijk van het type en de leeftijd van het machinepark kan tussen de 7% en de 20% bespaard worden door optimalisatie en vervanging van machines. De machine is uitgerust met de volgende componenten die verantwoordelijk zijn voor het energiegebruik:

- de elektromotor met de hydraulische pompen;
- de motor voor het aandrijven van de schroef (of hydromotor);
- de verwarmingselementen op de plastificeercilinder;
- de machinebesturing;
- het hydraulische systeem;
- randapparatuur.

Bij een machine met een hydraulisch systeem voor het doen uitvoeren van alle machinebewegingen, kan het energiegebruik uiteindelijk terug worden gevoerd op de elektromotor die de pomp aandrijft. Ook op momenten tijdens een cyclus waarbij de machine geen bewegingen verricht, wordt toch een niet te verwaarlozen vermogen opgenomen. Dit vermogen is een constante machinekarakteristiek en wordt het grondlastvermogen genoemd.

Het energiegebruik (kWh/kg) per procesonderdeel is, afhankelijk van de cyclusduur, globaal als volgt:

cyclusduur	kort	middellang	lang
verwarming	0,18	0,08	0,01
plastificeren	0,28	0,48	0,59
inspuiten	0,17	0,25	0,48
matrijsbeweging	0,13	0,14	0,16
totaal	0,76	0,95	1,24

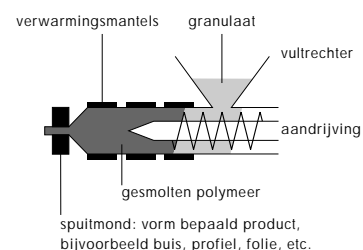
Het totaal energiegebruik van spuitgietmachines (kWh/kg) bedraagt, afhankelijk van het machinetype, globaal genomen:

spuitgietmachine (vóór 1977)	2,9
kniehefboom (1979-1989)	1,8
volhydraulisch (1979-1989)	2,0
kniehefboom (vanaf 1990)	1,0
volhydraulisch (vanaf 1990)	1,25

Het totale Nederlandse machinepark wordt geschat op zo'n 2500 spuitgietmachines. De gemiddelde levensduur van de machines bedraagt 12 jaar. De vervangingsmarkt bedraagt ruwweg zo'n 200 spuitgietmachines per jaar. Het komt nogal eens voor dat door kleinere spuitgietbedrijven tweedehands machines aangeschaft worden.

## Extrusieproces

Het kenmerk van extruderen is het in eindloze lengte fabriceren van een product, zoals een buis of een plaat. De kunststof moet eerst vloeibaar worden gemaakt (plastificeren). Dit vindt plaats gedurende het transport van het materiaal vanaf de vultrechter van de extruder naar de vormgevende openingen in de spuitmond. Vrijwel altijd geschiedt dat transport met behulp van één of twee roterende schroeven in een verwarmde cilinder. Door verwarming en wrijvingswarmte loopt de temperatuur op met gevolg dat de kunststof smelt, waarna via de spuitmond de vormgeving plaatsvindt. De vorm van deze spuitmond is bepalend voor de vorm van het eindproduct. Nadat de gesmolten massa de spuitmond van de machine in de gewenste vorm verlaten heeft, wordt deze gekoeld en met behulp van vacuüm gec calibreerd. Bij buisextrusie wordt een uitstroombopening van ringvormige doorsnede gebruikt, bij plaat- en vlakfolie-extrusie wordt een spleetvormige spuitmond gebruikt. Folies kunnen op dezelfde manier als platen met een brede spuitmond worden gemaakt. Door de afnamesnelheid groter te laten zijn dan de uitstroombopening, kan men de dikte regelen. Een andere manier om folie te maken is de blaastechniek. Daarbij heeft men een ringvormige spleet. Door middel van perslucht wordt de 'buis' van kunststof eenmalig opgeblazen tot de gewenste diameter. Na afkoeling wordt de buis tussen 2 rollen platgedrukt en daarna aan de zijkanten losgesneden en opgewikkeld tot twee folierollen. In onderstaande figuur is het extrusieproces schematisch weergegeven.



Het energiegebruik voor extrusie bedraagt globaal 200 kWh/ton gereed product. Extrusie van pijp-materiaal en productie van profielen, voornamelijk in PVC, vindt thans reeds efficiënt en energiezuinig plaats. Besparingen van omstreeks 5% zijn nog te verwachten door procesregeling en bewaking van afmetingen. Extruders voor het produceren van buismateriaal en andere profielen vormen een bestand van omstreeks 500 machines, met een vervangingsmarkt van 50 à 70 per jaar.

# 3 Energiebesparende maatregelen

In de paragrafen 3.1 tot 3.3 komen achtereenvolgens de stand der techniek maatregelen, de aandachtspunten en de good housekeeping maatregelen aan de orde.

## 3.1 Stand der techniek

Voor gebouwgebonden energiebesparende maatregelen wordt verwezen naar het informatieblad gebouwen. In aanvulling op het daarin gestelde is energiebesparing mogelijk door verwarming via warmteterugwinning. Hierop wordt in paragraaf 3.2 verder ingegaan.

Voor de stand der techniek bij faciliteiten (met name perslucht) wordt verwezen naar het informatieblad faciliteiten. Het procesgebonden

energiegebruik wordt voor een belangrijk deel bepaald door elektrische aandrijvingen. Daarom wordt als algemene maatregel hier apart nog de HR elektromotor genoemd, waarover in het faciliteitenblad een toelichting is gegeven. Het is overigens wel zo dat de elektromotoren onderdeel uitmaken van spuitgiet- en extrusiemachines.

In tabel 1 is een overzicht gegeven van de stand der techniek met betrekking tot de procesgebonden energiebesparende maatregelen. De in de tabel genoemde terugverdientijd (t.v.t.) is slechts een indicatie. De werkelijke terugverdientijd moet per inrichting berekend worden. Verder is onder toepassingscriterium aangegeven wanneer de maatregel in gemiddelde situaties aan deze terugverdientijd voldoet. Onder de tabel is per maatregel een beknopte toelichting gegeven.

tabel 1 stand der techniek

maatregel	toelichting	indicatie t.v.t. (j)	toepassingscriterium
impulskoeling matrijs	koelwaterdebiet geregeld op basis van de vormholte-temperatuur, waarbij het temperatuurverschil tussen product en koelsysteem groter is en de cyclustijd korter	2-4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• spuitgieten; sluitkracht vanaf 300 ton</li> <li>• bij warme matrijs (ca. 60°C)</li> <li>• continu productie, zelfde product (langlopende orders)</li> </ul>
multipompsysteem	beperking van het energiegebruik tijdens nullast; alleen de kleinste pomp is dan in bedrijf	n.v.t. 2-4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• spuitgieten; vanaf sluitkracht 400 ton</li> <li>• bij uitbreiding en vervanging machine</li> <li>• bij ombouw (revisie), vanaf ca. 500.000 kWh/j per machine en continu productie</li> </ul>
regelpomp	regeling hydraulisch systeem door verstellen plunjerslag	n.v.t.	bij uitbreiding en vervanging kleinere spuitgietmachines (sluitkracht tot 400 ton) en continu productie
volliedig elektrisch aangedreven machine	energiebesparing door directere overbrenging en een nullast-gebruik gelijk aan nul voor andere voordelen zie onderstaande toelichting	4-8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• spuitgieten tot 650 ton sluitkracht</li> <li>• bij uitbreiding en vervanging</li> <li>• speciale toepassing: clean room</li> </ul>
elektromotorische schroefaandrijving (hybride)	elektromotorische aandrijving is energiezuiniger dan aandrijving met een hydromotor	3-5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• spuitgieten, waarbij de plastificeertijd groter is dan 50% van de cyclustijd</li> <li>• bij uitbreiding of vervanging</li> <li>• vanaf ca. 650 ton gereed product/j per machine</li> </ul>

### Toelichting op de maatregelen

#### Impulskoeling van de matrijs

Teneinde het product na het injecteren van de warme kunststofsmelt in de matrijs zo snel mogelijk uit te kunnen werpen is effectieve koeling van de matrijs fundamenteel. Het koelsysteem van de matrijs vormt een integraal bestanddeel van het matrijsontwerp, zodanig dat de koeltijd zo kort mogelijk dient te zijn bij zo minimaal mogelijke koelenergie.

Matrijskoeling geschiedt in de huidige situatie met een doseerapparaat, waarmee continu koelwater (of olie) door de diverse circuits van koelkanalen van de

matrijs gepompt wordt zodanig dat (een deel van) de matrijs op een bepaalde temperatuur gehandhaafd blijft. In de praktijk blijkt het handhaven van een constante matrijstemperatuur niet mogelijk, omdat de warmteaanvoer van de kunststofsmelt vanwege discontinue productie fluctueert. Dit kan nadelige gevolgen hebben voor het product, zoals krimpspanningen.

Bij impulskoeling wordt de matrijs alleen door het product verwarmd. Dit in tegenstelling tot de conventionele koeling met doseerapparatuur. Bij elektrische verwarming wordt tevens vanuit de temperatuurapparaat warmte in de matrijs gebracht. Via het impulskoelsysteem wordt op basis van een

gewenste vormwandtemperatuur de matrijs dus uitsluitend gekoeld. In vergelijking met het huidige koelsysteem is de matrijs daarom lager in temperatuur en is derhalve het temperatuurverschil tussen de vormwand en het koelkanaal groter. Hierdoor verloopt de warmteafgifte van het product sneller. Door de sensor vlak achter de vormholte in de matrijs en de hieraan gekoppelde regelaar ('moldmonitor') wordt een kleppensectie aangestuurd zodra de sensor een warmtefront signaleert. Door het snel open en dicht sturen van de kleppen stromen er afhankelijk van de koudevraag meer of minder (koelwater) impulsen door de koelkanalen. Doordat bij impulskoeling geen verwarmingsapparatuur nodig is wordt er energie bespaard. De matrijstemperatuur blijft vrijwel constant, wat gunstig is voor de productkwaliteit. Enkele belangrijke karakteristieken van dit systeem zijn:

- aanmerkelijk minder koelwater is benodigd;
- bij machinestilstand en ingeschakelde koeling blijft de matrijs vrijwel op werkteperatuur;
- de temperatuurbalans van een matrijs wordt na een kortere tijd bereikt;
- homogener matrijstemperatuur;
- invloeden van de omgevingstemperatuur op de matrijzen worden gecompenseerd;
- exacte, geprogrammeerde en gecontroleerde vormholte-temperaturen zijn te bereiken.

Een belangrijke andere besparing wordt bereikt door de machinetijdreductie (ten gevolge van de cyclustijdreductie). Uit een demonstratieproject is gebleken dat naast een cyclustijdreductie van 15% de energiebesparing (voor de procesvoering) 21% bedraagt. De investering voor één machine bedraagt ca. f 15.000,-. Bij dit systeem zijn ook eenvoudiger en goedkopere uitvoeringen mogelijk, zoals een temperatuursensor in het uitvoerkanal van het koelwater en eenvoudiger regelaars.

De terugverdientijd van een impulskoelsysteem is (inclusief machinetijdreductie) over het algemeen minder dan 3 jaar bij een sluitkracht vanaf 300 ton en continue productie van hetzelfde product.

#### **Multipomp systeem**

Oude spuitgietmachines (vóór 1977) hebben slechts één hydraulische pomp met een hoge capaciteit, hetgeen tot een hoog energiegebruik leidt. Om het systeem op elk gewenst moment in beweging te kunnen zetten is er een voortdurende druk nodig, die door de pomp wordt geleverd. Ook al wordt dit gedaan met behulp van een pomp met een kleine opbrengst, de elektromotor blijft belast, waardoor er voortdurend een betrekkelijk hoge nullast aanwezig is.

De laatste 15 jaar worden energiezuinige multipomp hydraulische systemen toegepast in combinatie met drukregelventielen. Hierbij moet de kleinste pomp juist in staat zijn het systeem bij nullast van druk te

voorzien. Deze multipompsystemen leiden tot ca. 30% energiebesparing ten opzicht van het systeem met één pomp. Energiezuiniger hydraulische systemen worden in veel nieuwe machines standaard toegepast. Deze maatregel is dan ook vooral relevant bij uitbreiding en vervanging van afgeschreven machines.

Ook kan ombouw van bestaande spuitgietmachines zinvol zijn. De kosten voor een multipompsysteem bij ombouw van bestaande machines bedragen minimaal f 25.000,-. De te bereiken energiebesparing bedraagt ca. 15% van het machinegebruik. Ombouw is rendabel bij een jaargebruik van ca. 500.000 kWh op een machine met een sluitkracht van 400 ton of meer bij continue productie. Ombouw wordt tot op heden nog niet of nauwelijks toegepast. De ombouw kan in voorkomende gevallen gecombineerd worden met revisie van de spuitgietmachine.

#### **Regelpomp**

Bij kleinere spuitgietmachines (tot 400 ton sluitkracht) biedt een pomp met variabele opbrengst (regelpomp) voordelen. De variabele opbrengst wordt bereikt door instelbare plunjerslag. Deze maatregel is relevant bij uitbreiding of vervanging.

#### **Volledig elektrisch gedreven machine**

Sinds enkele jaren zijn er volledig elektrisch gedreven spuitgietmachines op de markt. Alle machinebewegingen vinden hierbij door directe elektrische aandrijving plaats. Zo vindt het openen en sluiten van de matrijs plaats door servomotoraandrijving in combinatie met een kogelomloopspindel.

De hogere energie-efficiency van de volledig elektrisch gedreven machine wordt bereikt door de directere overbrengingen en door het vermijden van de nullastverliezen. Bij dezelfde cyclustijd bedraagt de energiebesparing 30 à 60%, afhankelijk van de cyclusbouw. De kostprijs van deze volledig elektrisch gedreven machine is 40 à 50% hoger dan die van de hydraulisch gedreven machine. De terugverdientijd (betrokken op de meerinvestering) bedraagt 4 à 8 jaar, afhankelijk van de grootte van de machine en de productie. De volledig elektrische spuitgietmachine is opgenomen in de VAMIL lijst (ref.5). Naast energiebesparing heeft de volledig elektrisch gedreven machine de volgende voordelen:

- geen aanlooptijd;
- minder storingsgevoelig vanwege het ontbreken van het hydraulisch systeem;
- minder onderhoudskosten (zoals voor vervanging kleppen, olie lekkage en olieverversen);
- een lager geluidsniveau;
- geringere warmteafgifte vanwege het ontbreken van de olieringloop.

De volledig elektrisch gedreven spuitgietmachine is leverbaar tot een sluitkracht van 650 ton. De toepassing van een elektrisch gedreven spuitgietmachine kan interessant zijn bij uitbreiding of vervanging.

Voor 'clean room' producten (zoals producten voor medische toepassing) is de volledig elektrisch gedreven machine bij uitstek geschikt omdat er geen olie in de machine wordt toegepast. De elektrische spuitgietmachine wordt nog nauwelijks toegepast in Nederland, voornamelijk uit prijstechnische overwegingen.

#### Aandrijving schroef met elektromotor

Elektromotorische aandrijving van de schroef (in de vorm van een asynchrone gelijkstroommotor) is ca. 15% energiezuiniger dan een hydromotoraandrijving. De schroef dient in dat geval direct te worden aangedreven en niet via een tandwielkast, die voor verliezen zorgt en zo de besparing groten-deels teniet doet. Bij extrusie wordt de schroef standaard met een elektromotor aangedreven. Bij spuitgieten wordt in ca. 20% van de gevallen reeds een elektromotoraandrijving toegepast. Een nadeel van de elektromotor kan zijn het opstartprobleem vanwege abrupte inschakeling.

De energiebesparing van elektromotorische schroef-aandrijving is het grootst bij een relatief lange plastificeertijd in relatie tot de cyclustijd (groter dan 50%). Deze maatregel is relevant bij uitbreiding of vervanging van de spuitgietmachine. De meerinvestering bedraagt ruwweg ca. f 30.000,-. Vanaf een productie van ca. 650 ton/j bedraagt de terugverdiëntijd 3 jaar of minder.

### 3.2 Aandachtspunten

Energiebesparingsmaatregelen die minder vaak van toepassing zijn of minder concreet zijn, zijn niet als stand der techniek opgenomen, maar als aandachtspunten. In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van de aandachtspunten met betrekking tot energiebesparende maatregelen bij het spuitgiet- en het extrusieproces.

#### Isolatie warme machinedelen

Bij spuitgieten en extrusie wordt materiaal verwarmd tot temperaturen van 150°C tot 320°C met behulp van elektrische verwarming. De cilinder en spuitkop van de machine nemen ook deze temperatuur aan waardoor via straling en convectie veel warmte verloren gaat.

De plastificeercilinder met de verwarmingsbanden kan worden geïsoleerd (zowel bij spuitgieten als bij extrusie). Dit levert besparing op verwarmingsenergie van ca. 15%. Toepassing van cilinderisolatie is veelal rendabel (terugverdiëntijd 2 à 4 jaar) mits verwarmingselementen van duurzame kwaliteit worden toegepast. De meerprijs bedraagt gemiddeld per machine ca. f 10.000,-. Veel nieuwe machines zijn reeds uitgerust met cilinderisolatie.

Ook van grote delen als blaasfoliekoppen zijn vaak de kop en de invoerzone niet geïsoleerd en staan bij

toepassing van stralingsschermen minder warmte af. Verder kan isolatie toegepast worden tussen de verwarmde matrijs en de opspanplaat. Isolatie is niet altijd gewenst. Nadeel van isolatie kan zijn een slechtere bereikbaarheid ten behoeve van reparatie en onderhoud. Soms kan de temperatuur van machinedelen door isolatie te hoog worden, hetgeen de kwaliteit van het product negatief beïnvloedt.

#### Hergebruik afvalwarmte

In het spuitgiet- en extrusieproces doorloopt het materiaal een opwarm- en vervolgens een afkoeltraject, waarvoor een apart koelsysteem gebruikt wordt. De hierin opgenomen warmte (restwarmte) kan nuttig gebruikt worden. Met behulp van warmtewisselaars wordt de warmte van opgewarmd koelwater of proceslucht gebruikt voor bijvoorbeeld ruimteverwarming. Warmteterugwinning uit koelwater is bij impulskoeling van de matrijs minder interessant omdat minder warmte behoeft te worden 'weggekoeld' dan bij conventionele matrijskoeling. De olie in het hydraulisch systeem voor sturing van kleppen en pompen wordt warm en door middel van een oliekoeler op de gewenste temperatuur gehouden. Warmteterugwinning uit het koelwater van de oliekoeler kan gebruikt worden voor ruimteverwarming. Daarnaast kan warme proceslucht direct gebruikt worden voor het drogen of opwarmen van materiaal, bijvoorbeeld voor het drogen van bedrukt folie of opwarming en droging van granulaat (zie hiervoor ook het volgende aandachtspunt). Enkele praktische punten die een rendabele toepassing in de weg staan zijn:

- een veelal te lage koelwatertemperatuur (< 40°C) en luchttemperatuur (< 60°C);
- de noodzakelijke warmtebehoefte is niet altijd aanwezig (zoals voor ruimteverwarming in de zomer).

#### Grondstoffdrogers

Technische kunststoffen moeten voor verwerking worden gedroogd. Dit gebeurt door het in een grondstoffdroger doorblazen van het granulaat met droge (warme) lucht.

De volgende besparingsmogelijkheden kunnen onderscheiden worden:

- Juiste dimensionering van de grondstoffdroger. Er wordt vaak met een te grote grondstoffdroger gewerkt, waardoor veel granulaat na een stop weer opnieuw moet worden gedroogd. Met kleinere drogers kan in die gevallen energie worden bespaard;
- Gebruik van een systeem waarmee de luchtvochtigheid van de retourlucht wordt gemeten, waardoor overmatig drogen wordt voorkomen. Overmatig drogen en daardoor overmatig energiegebruik wordt pas echt voorkomen wanneer het vochtgehalte in het materiaal zelf

wordt gemeten. Droge retourlucht hoeft nog niet alles te zeggen over het vochtgehalte in het materiaal zelf;

- Sommige moderne luchtdrogers zijn uitgerust met interne elektrische verwarmingselementen. Door warmteterugwinning kan er van de warmte van de plastificeercilinder en andere warme machinedelen gebruik gemaakt worden. De drooglucht kan (voor)verwarmd worden door deze langs warme machinedelen te leiden.

#### *Optimalisatie schroefgeometrie*

Met de optimale schroef wordt een homogene smelt gerealiseerd bij een zo laag mogelijke temperatuur. Het resultaat is een goede en gemakkelijke vulling van de matrijs, maar ook een vermindering van de hoeveelheid energie voor het afkoelen van het product. Met de juiste schroefgeometrie wordt de goede verhouding tussen frictie en verwarming van buitenaf gerealiseerd.

Er zijn vele schroefuitvoeringen leverbaar, zoals met variatie in gangdiepte. Een schroefontwerp dat specifiek geschikt is voor het te verwerken materiaal is beter dan de conventionele zogenoemde 'general purpose' schroef. Een speciale schroef is de zogenoemde 'barrier' schroef, waarvan er veel gepatenteerde typen zijn. Bij de 'barrier' schroef wordt vanaf het begin van de smeltfase van de grondstof het gesmolten materiaal gescheiden gehouden van het nog niet gesmolten materiaal door het toepassen van afzonderlijke kanalen hiervoor. Bij deze schroef is de menging goed en daarmee de temperatuur-homogeniteit optimaal.

Bij spuitgieten neemt vooral bij langere cyclustijd het specifiek energiegebruik toe. Een belangrijk deel hiervan komt voor rekening van het plastificeren. Meer aandacht voor de schroefaandrijving is dan gewenst.

Bij extrusie kan schroefoptimalisatie van belang zijn als de output (opbrengst) en het energiegebruik van de extruder constant zijn.

De schroef (incl. de cilinder) heeft een kortere levensduur dan de spuitgiet- of extrusiemachine. Optimalisatie van de schroefgeometrie is van belang bij aanschaf van een nieuwe machine of bij vervanging van een versleten schroef. Vooral is dan aandacht voor deze optimalisatie gewenst bij continu productie van één producttype (vaste productgeometrie) en één grondstof.

#### *Keuze aandrijving*

Spuitgietmachines zijn veelal uitgevoerd met relatief zware elektromotoren voor de aandrijving van de hydraulische pompen om te voorkomen dat bij moeilijk te verwerken materialen de motor het laat afweten. Wanneer deze motoren veelvuldig op een relatief gering deel van het maximaal vermogen draaien is het rendement laag. Daarom is het van belang bij de keuze van een machine te letten op het

geïnstalleerde vermogen en dat af te stemmen op de te produceren producten. Een snelle, 'hoog-vermogen' machine kan bij voorkeur ingezet worden voor korte cyclustijden en voor langere cyclustijden en kwalitatief hoogwaardige producten is een 'geregelde' machine het beste.

Bij de keuze van de machine is het zinvol op de omvang van het nullastgebruik te letten. Vaak is de kleinste van de hydraulische pompen op de machine al te groot voor de nullastsituatie van de machine. Zeker in dat geval leidt het stopzetten van een niet producerende machine tot een substantiele energiebesparing.

#### *Aansluitkanalen matrijs*

Het gemakkelijk kunnen vullen van de matrijs met de geplastificeerde kunststof, of wel het injecteren met een zo laag mogelijke druk, heeft een positief effect op het energiegebruik tijdens deze procesfase. Enerzijds zal de hoeveelheid energie, nodig om de injectie uit te voeren bij lagere drukken lager zijn, anderzijds zal het product beter vormgegeven worden, wat de kwaliteit ten goede komt, maar wat tevens gemakkelijker uitwerpen uit de matrijs met zich meebrengt. Dat laatste heeft vermindering van het energiegebruik tijdens de openloop- en de uitwerpfase tot gevolg.

Om dit te kunnen bereiken is het nodig de stromingsweerstand in de aansluitkanalen zo laag mogelijk te laten zijn. Dat is te bereiken door deze zo groot mogelijk te maken, waarmee bij het productontwerp al rekening zou moeten worden gehouden. Indien een groot aansluitkanaal om producttechnische redenen niet mogelijk is, moet het kanaal (of de kanalen) op een goede manier 'getempereerd' worden. Hoewel het verwarmen van een aansluitkanaal (hotrunner genaamd) op zich weer extra energie vraagt, kan dat een grotere besparing tijdens de injectiefase tot gevolg hebben.

#### *Wanddikteregeling*

Bij extrusie wordt de kostprijs grotendeels bepaald door de grondstof. Bij veel vormen van extrusie bestaat de mogelijkheid de machines te voorzien van een systeem voor automatische bewaking en correctie van de wanddikte. Dit systeem leidt primair tot grondstofbesparing en daardoor ook tot energiebesparing. Voor buisextrusie is er een wanddikteregelsysteem dat is gebaseerd op een ultrasone meetmethode, met behulp waarvan het overgewicht ruwweg gehalveerd kan worden. Bij extrusie van folie is er een 'capacitief' wanddikteregelsysteem en bij plaatextrusie kan de wanddikte geregeld worden met behulp van een contactloze afstandsmeting. In z'n algemeenheid kan gesteld worden dat bij een machineproductie vanaf ca. 1000 ton/j (continu bedrijf, zelfde product) de terugverdientijd van een wanddikteregelsysteem 3 jaar of minder bedraagt.

Bij de meer innovatieve bedrijven wordt wanddikte-regeling over het algemeen al toegepast, bij 'volgende' bedrijven vaak nog niet.

Ter illustratie een voorbeeld voor buisextrusie (PVC), waarbij het overgewicht teruggebracht kan worden van ca. 8 tot 4%. De kosten van een wanddikteregelsysteem bedragen ca f 125.000,-. Bij een grondstofgebruik (f 1,60/kg) van 2.500 ton/j kan ca f 150.000,- op grondstoffen bespaard worden. Daarnaast is er een energiebesparing van ca. 20.000 kWh/j. In dit geval is de terugverdientijd minder dan 1 jaar, voornamelijk door besparing op grondstoffen.

### 3.3 Good housekeeping

In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van relevante good housekeeping maatregelen met betrekking tot het spuitgiet- en het extrusieproces.

#### *Vermijden stand by*

In de praktijk worden bij veel ondernemingen de spuitgietmachines continu bedrijfsklaar gehouden. Het energiegebruik van een machine tijdens stand by is aanzienlijk en varieert van 52 tot 98% van het energiegebruik tijdens productie. Het vermijden van stand by kan van belang zijn indien er regelmatig sprake is van machinestilstanden van langer dan een uur. De moderne machines zijn reeds binnen een uur bedrijfsklaar waardoor de noodzaak voor continu bedrijfsklaar, speciale gevallen daargelaten, niet altijd aanwezig is.

#### *Optimale bezetting maalmolens*

Maalmolens zijn soms aan machines gekoppeld, zodat de ontstane aanspuitingen direct worden vermalen en teruggevoerd naar de spuitgietmachine. Ook worden grote maalmolens toegepast voor de verwerking van aanspuitingen (en uitval) van meerdere machines. Maalmolens worden vaak zonder enige planning gebruikt. Opsparen van te malen materiaal in plaats van direct malen zorgt voor een optimale bezetting van de molen. Het 'stand by' staan (onbelast draaien) van grote molens gaat gepaard met een relatief groot energiegebruik. Dit loopt uiteen, maar bedraagt veelal 50-70% van de gebruikslast.

Het vermijden van onbelast draaien kan van belang zijn als dit voor meer dan de helft van de tijd plaatsvindt. Naast het voorkómen van langere perioden stand by kan het malen ook gepland worden in perioden met een geringere elektriciteitsvraag en buiten de piekbelasting. Aanbevolen wordt om zoveel mogelijk de aanspuitingen centraal te malen, hetgeen neerkomt op het toepassen van grotere maalmolens, waarbij eventueel een voorziening voor tussenopslag noodzakelijk is.

#### *Optimale instelling proces*

Het spuitgietproces is een proces waarbij een ingewikkeld druk-, temperatuur- en verplaatsingsprofiel doorlopen wordt. Door een analyse waarbij de effecten van de instelparameters gemeten worden, kan een aanzienlijke cyclustijdverkortening en energiebesparing behaald worden, met name door een optimale afstemming tussen product en machinegrootte. Ter illustratie: een optimale nadruk qua tijd en drukhoogte is gewenst omdat bij een nauw aanspuitkanaal, waarin de aanspuiting binnen enkele seconden na injectie is gestold, langdurig werken met hoge nadruk geen zin heeft.

Ten behoeve van het optimaal instellen van het proces kan de installatie (tijdelijk) worden uitgerust met een energiemonitor die per processtap het energiegebruik meet. Vervolgens worden de parameters binnen het proces systematisch anders ingesteld en wordt bij gelijkblijvende productkwaliteit de spuitgietcyclus geoptimaliseerd. In de praktijk zijn cyclustijdverkortingen van 12% waargenomen met als gevolg een energiebesparing van 16%.

Voor realisatie van de optimale instelling van het spuitgietproces bedragen de advieskosten (mensen en apparatuur) ca f 3.500,-. Deze maatregel is van belang bij continuëbedrijf en grote series, dan is de terugverdientijd minder dan 1 jaar. Ook kan een energiemonitor aangeschaft worden. Deze zal, afhankelijk van de uitvoering en mogelijkheden, ca. f 3.500,- kosten. Sommige nieuwe spuitgietmachines zijn uitgerust met een energiemonitor.

#### *Toerental schroef*

Bij spuitgieten is een goede balans tussen schroeftoerental, cilinderverwarming en de beschikbare tijd voor het plastificeren noodzakelijk. Kort plastificeren met een hoog toerental kost naar verhouding veel energie, terwijl dit de homogeniteit van de smelt en dus de kwaliteit van het product niet ten goede komt. Het heeft geen zin de plastificeertijd korter te houden dan de beschikbare koeltijd.

#### *Onderhoud*

Een afgesleten schroef geeft een vermindering van de capaciteit en machineopbrengst. Het specifiek energiegebruik neemt toe. Tijdige vervanging van de schroef verbetert de productiviteit en kwaliteit en vermindert het energiegebruik.

Koelkanalen in de matrijs hebben de neiging dicht te slibben. Regelmatig schoonmaken van de koelkanalen heeft een positieve invloed op de cyclustijd en de productkwaliteit en hierdoor een verlagend effect op het energiegebruik. Er worden wel koelwaterbehandelingsinstallaties toegepast, waarmee automatisch continu het koelwatersysteem gereinigd wordt.

# 4 Vragenlijst stand der techniek kunststofverwerkende industrie

Door beantwoording van de vragen wordt inzicht verkregen in hoeverre voor de procesvoering de stand der techniek wordt toegepast en in hoeverre aandachtspunten en good housekeeping maatregelen relevant zijn. Voor zover maatregelen niet worden toegepast en wel relevant zijn voor de betreffende inrichting is het gewenst inzicht te hebben in de kosten en de opbrengsten die gepaard gaan met het wel toepassen van de maatregelen. Informatie over deze kosten en opbrengsten dient bij voorkeur tijdens het vooroverleg door de aanvrager geleverd te worden. Een eenvoudig haalbaarheidsonderzoek kan uitgevoerd worden via een offerte-aanvraag. De leverancier (of erkend installateur) kan aangeven in hoeverre maatregelen technisch en economisch haalbaar zijn. In het advies (offerte) van de leverancier dienen ook gegevens over de baten van de maatregelen te zijn weergegeven op basis waarvan een terugverdientijd kan worden berekend. Aan de hand van deze terugverdientijd bepaalt het bevoegd gezag of een maatregel redelijkerwijs gevraagd kan worden. Voor de ALARA-afweging wordt verwezen naar de 'voorlopige handleiding', waarin voor procesgebonden maatregelen een terugverdientijd tot en met 3 jaar wordt geadviseerd.

Welk kunststofverwerkend proces wordt toegepast:

- spuitgieten  
 extrusie, soort extrusie: buis/plaat/folie  
 anders, nl: \_\_\_\_\_

Productie (kg gereed product/j)

spuitgieten: \_\_\_\_\_

extrusie: \_\_\_\_\_

anders: \_\_\_\_\_

Energiegebruik

spuitgieten: \_\_\_\_\_ kWh/j

extrusie: \_\_\_\_\_ kWh/j

anders: \_\_\_\_\_ kWh/j

totaal: \_\_\_\_\_ kWh/j

## Toepassing stand der techniek

\* Als de maatregel niet wordt toegepast en aan het toepassingscriterium wel wordt voldaan, dan is nader informatie gewenst over de kosten en de opbrengsten van het toepassen van de desbetreffende maatregel.

wordt de maatregel toegepast?	ja/nee	bij nee, wordt aan het toepassingscriterium voldaan?	ja/nee*
impulskoeling matrijs	ja/nee	spuitgieten, sluitkracht vanaf 300 ton; volcontinue productie van hetzelfde product, warme matrijs (40-80°C)	ja/nee
multipompsysteem in hydraulisch systeem bij spuitgietmachine	ja/nee	vanaf 400 ton sluitkracht <ul style="list-style-type: none"> <li>• bij uitbreiding of vervanging machine</li> <li>• bij bestaande machine: is energiegebruik groter dan 500.000 kWh/j en de productie continu</li> </ul>	ja/nee ja/nee
hydraulische regelpomp	ja/nee	bij uitbreiding of vervanging machine en sluitkracht minder dan 400 ton	ja/nee
volledig elektrisch gedreven spuitgietmachine	ja/nee	bij uitbreiding of vervanging van de machine	ja/nee
elektromotorische schroefaandrijving	ja/nee	spuitgieten, plastificeertijd groter dan 50% van de cyclustijd, vanaf ca 650 ton gereed product, bij uitbreiding of vervanging	ja/nee

**Aandachtspunten**

- Zijn warme machinedelen geïsoleerd? zo nee: is dit zinvol?
- Wordt afvalwarmte hergebruikt? zo nee: is dit zinvol?
- Wordt bij aanwezigheid van een grondstofdroger drooglucht voorverwarmd bij warme machinedelen?
- Is optimalisatie van de schroefgeometrie zinvol?
- Wordt bij aanschaf van een nieuwe machine het geïnstalleerd vermogen afgestemd op de te produceren producten?
- Wordt bij het productontwerp aandacht besteed aan een lage stromingsweerstand van de aanspuitkanalen?
- Wordt bij extrusie wanddiktereregeling toegepast? zo nee: is dit zinvol?

**Good housekeeping**

- Treedt er regelmatig machinestilstand van minimaal 1 uur op? zo ja, is dit te vermijden?
- Draaien maalmolens vaak onbelast? zo ja, is dit te vermijden?
- Is bij spuitgieten (continu bedrijf en grote series) de procesinstelling optimaal?  
(om dit vast te stellen is een energiemonitor nodig)
- Is bij spuitgieten het toerental van de schroef optimaal (wordt de koeltijd volledig benut)?
- Vindt periodiek preventief, inspectief onderhoud plaats?

## Bijlage 1

### Referenties

- 1 Tebodin, *energiebesparingsonderzoek binnen de kunststofverwerkende industrie*, november 1992
- 2 Novem, *energiebesparende maatregelen in lucht-behandelingssysteem in spuitgiethallen*, januari 1993
- 3 Novem, *moldmonitoring als regelsysteem voor matrijskoeling in de kunststofverwerkende industrie*, brochure DV3.3.TIS3006
- 4 Novem, *energiezuinige spuitgiemachine in de kunststofverwerkende industrie*, brochure DV3.3.TIS5145
- 5 VAMIL, *energiebesparende bedrijfsmiddelen*, Milieulijst 1996
- 6 Novem, *factsheets energie-efficiency kunststofverwerkende industrie*, maart 1995
- 7 Mulder, S. *Besparingen door machinekeuze en procesregeling*, NFK workshop, 24 maart 1994
- 8 Lampl, A. *Antriebssysteme an Spritzgiessmaschinen-betrachtungen zum Energieverbrauch*, Fachtagung 'Wirtschaftliche Maschinenkonzepte & moderne Prozesstechnologien', april 1994
- 9 InfoMil, *Voorlopige handleiding energie in de milieuvergunning voor inrichtingen die niet tot een MJA zijn toegetreden*, juni 1995.
- 10 Ministeries VROM en EZ, *circulaire 'Omgaan met energieverbruik en meerjarenafspraken bij de milieuvergunning'*, juni 1994
- 11 InfoMil, *Informatieblad Gebouwen t.b.v. energie in de milieuvergunning voor niet-MJA inrichtingen*, januari 1996
- 12 InfoMil, *Informatieblad Faciliteiten t.b.v. energie in de milieuvergunning voor niet-MJA inrichtingen*, januari 1996

## Bijlage 2

### Definities en termen

#### ALARA

Aan een vergunning worden de voorschriften verbonden, die nodig zijn ter bescherming van het milieu. Voorzover door het verbinden van voorschriften aan de vergunning de nadelige gevolgen die de inrichting voor het milieu kan veroorzaken niet kunnen worden voorkomen, worden aan de vergunning de voorschriften verbonden, die de grootst mogelijke bescherming bieden tegen die gevolgen, tenzij dat redelijkerwijs niet kan worden geveerd.

#### Energiebesparing

- Energiebesparing is het realiseren van een verbeterde energie-efficiency door het treffen van maatregelen binnen de inrichting.
- Energie-efficiency is het energiegebruik betrokken op de functie binnen de inrichting die direct met het energiegebruik samenhangt. Binnen een inrichting kan onderscheid worden gemaakt tussen meerdere functies die een directe relatie hebben met het energiegebruik zoals het energiegebruik voor ruimteverwarming of voor de vervaardiging van een product. Bij de kwantificering van de energie-efficiency dient de relatie tussen de functie en het energiegebruik te worden vastgelegd, zoals het energiegebruik per m<sup>3</sup> gebouwinhoud per graaddag in geval van ruimteverwarming of het (gewogen) energiegebruik per ton product(en) in het geval van een productieproces.
- Onder het energiegebruik wordt verstaan het saldo van de energiedragers die de inrichting binnenkomen en verlaten.
- Onder verbetering van de energie-efficiency wordt eveneens gerekend de vervanging binnen de inrichting van energiedragers van fossiele oorsprong (zoals steenkool, aardolie en aardgas) door energiedragers van niet-fossiel oorsprong (zoals zonne-energie, windenergie, biogas en stortgas).

#### Faciliteiten

Onder faciliteiten worden verstaan de installaties binnen een inrichting voor de opwekking van het transport van stoom, benutting van restwarmte, koelwater, koude, perslucht en vacuüm ten behoeve van het gebruik ervan in processen binnen of buiten de inrichting.

#### Inrichting

Elke door de mens bedrijfsmatig of in een omvang alsof zij bedrijfsmatig was, ondernomen bedrijvigheid die binnen een zekere begrenzing pleegt te worden verricht.

#### Meerjarenafspraak energie-efficiency (MJA)

Een meerjarenafspraak energie-efficiency (MJA) is een overeenkomst tussen overheid, bedrijfstakorganisaties en afzonderlijke bedrijven met betrekking tot een gekwantificeerde energiebesparing die door de afzonderlijke bedrijven gezamenlijk binnen een vastgestelde termijn dient te worden bereikt. Een MJA heeft de status van overeenkomst naar burgerlijk recht.

#### Processen

Onder processen worden verstaan de installaties danwel het samenstel van installaties binnen de inrichting met behulp waarvan uit grondstoffen en/of tussenproducten en/of hulpstoffen producten en/of tussenproducten worden vervaardigd.

### Stand der techniek

- Behorend tot de stand der techniek voor energiebesparende maatregelen worden de maatregelen gerekend die ten behoeve van energiebesparing in een gemiddelde en financieel gezonde inrichting binnen de betreffende branche met succes kunnen worden toegepast.
- Het betreft maatregelen die ofwel reeds worden toegepast bij genoemde inrichtingen in binnen- of buitenland ofwel overeenkomstig de regels van de techniek vanuit andere processen of op basis van succesvolle, op industriële schaal uitgevoerde demonstratieprojecten kunnen worden toegepast.
- Het betreft maatregelen die een zodanige terugverdientijd hebben dat ze voor genoemde inrichtingen rendabel zijn. Voor de stand der techniek bij processen wordt een terugverdientijd geadviseerd tot en met 3 jaar.

### Terugverdientijd

- De terugverdientijd van een energiebesparende maatregel is de verhouding tussen het investeringsbedrag van de maatregel (na aftrek van eventuele subsidies) en de jaarlijkse opbrengsten van de maatregel ten gevolge van de met de maatregel samenhangende energiebesparing en andere besparingen.
- In geval van een investering in een installatie voorzien van afzonderlijke energiebesparende componenten dient in plaats van het totaal investeringsbedrag te worden gerekend met de meerinvestering ten opzichte van een installatie zonder de energiebesparende componenten.
- Voor de berekening van de opbrengsten ten gevolge van de met de maatregel samenhangende energiebesparing dient te worden gerekend met de op het moment van de vergunningaanvraag voor de betrokken inrichting geldende energieprijzen.
- Bij de berekening van de terugverdientijd wordt geen rekening gehouden met kosten verbonden aan het (vervroegd) uit bedrijf nemen van een installatie. Verder wordt bij deze berekening geen rekening gehouden met rentekosten.



Een uitgave van het Informatiecentrum  
Milieuvergunningen (InfoMil),  
eerste druk januari 1996,  
tweede ongewijzigde druk maart 1998.

#### InfoMil

Grote Marktstraat 43  
2511 BH Den Haag  
Postbus 30732  
2500 GS Den Haag  
Telefoon (070) 361 05 75  
Fax (070) 363 33 33  
E-mail [infomil@minez.nl](mailto:infomil@minez.nl)  
Website <http://www.senter.nl/infomil>

De Commissie Emissies Lucht (CEL) heeft  
ingestemd met de inhoud van deze uitgave.

#### Vormgeving

Conefrey | Koedam, Oude Wetering

#### Druk

Caspari, Den Haag (ISO 14001)

#### Bestelwijze

Dit informatieblad is verkrijgbaar bij  
InfoMil (070) 361 05 75

Ondanks het feit dat bij de samenstelling van  
deze publicatie grote zorgvuldigheid in acht  
is genomen, kunnen er geen rechten aan  
worden ontleend.

© InfoMil, Den Haag 1996