

Elektrische oplossingen grootste concurrenten van pneumatische cilinders

Opmars van lineaire actuato

Lineaire bewegingen zijn op verschillende manieren te realiseren. Met pneumatische en hydraulische cilinders, elektrische actuatoren, riem- of spindel aangedreven units, spindelhefelementen, lineaire motoren en, last but not least, de ruimtebesparende duwketting. Waren tot zo'n tien à vijftien jaar terug pneumatische oplossingen dominant, inmiddels hebben elektromechanische varianten al zo'n 20 tot 30% van de 'lineaire pneumatiekmarkt' overgenomen. Elektrische actuatoren knagen zelfs al enthousiast aan de onderkant van de hydrauliekmarkt. Deze elektrificatie zal de komende jaren in versneld tempo doorzetten. Samen met experts van AXIS & Stuifmeel BV uit Waddinxveen namen we een kijkje in de wereld van lineaire aandrijvingen.

Frank Senteur



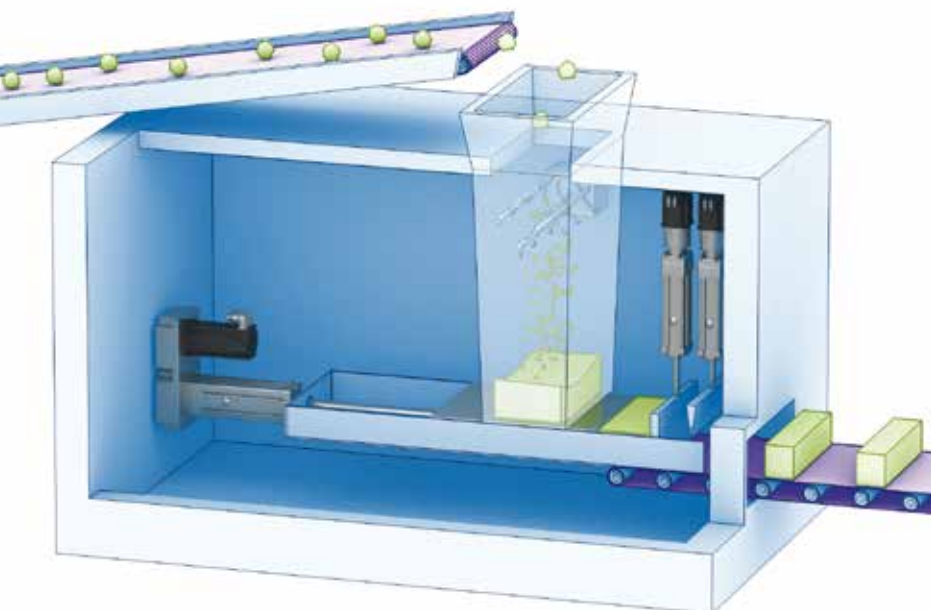
Voorbeeld van een spindelhefelement met loopmoer. Met dit soort lineaire aandrijvingen zijn hefkrachten te realiseren tot 2.000 kN.

De grootste 'strijd' op de lineaire markt wordt zonder twijfel gevoerd tussen elektrische en pneumatische aandrijvingen. Hydrauliek is immers een verhaal apart, omdat daar veelal sprake is van zeer grote krachten, die in ieder geval niet met pneumatiek en (binnen bepaalde afmetingen) vaak ook niet met elektrische aandrijvingen te evenaren zijn. Alhoewel ook die grens, ten gunste van elektrisch, aan het verschuiven is. Tegenwoordig zijn er namelijk compacte spindel-aangedreven actuatoren die krachten tot 60.000 N en snelheden tot 2.000 mm/s binnen bereik brengen, terwijl met spindelhefelementen zelfs hefkrachten tot 2.000 kN haalbaar zijn. Focussen we ons op de brede

lineaire markt tot 3 kW, dan kunnen bewegingen qua kracht en snelheid vaak zowel pneumatisch als elektrisch worden gerealiseerd. Dat de keuze daarbij steeds vaker op elektrisch valt, lijkt om meerdere redenen niet onlogisch.

Basiskeuzes

Bij het selecteren van lineaire aandrijfcomponenten zijn kracht, snelheid en slaglengte de belangrijkste primaire keuzecriteria. Daarnaast zijn er, afhankelijk van de toepassing, andere meer of minder belangrijke factoren als overbelastbaarheid, aanschaf-, montage- en onderhoudskosten, afmetingen, dynamische eigenschappen, etc. Vaak kunnen ook eigenschappen als explosieveiligheid (ATEX), vocht- en vuilafdichting (IP65 of hoger) en hygiëne (FDA, EHEDG) belangrijk zijn. Zowel pneumatische als elektromechanische



Voorbeeld van de toepassing van elektrische lineaire actuatoren in een broodfabriek. De actuatoren bedienen hier respectievelijk de horizontale beweging van de onderplaat, de eindstop en een mes om het product (bijvoorbeeld deeg) in stukken te verdelen.



AxiPro is het huismerk van AXIS & Stuifmeel. Naast elektrische actuatoren, elektromotoren, tril- en trommelmotoren en tandwielkasten bevat het lineaire programma ook deze pneumatische cilinders in roestvaststaal uitvoering, geschikt voor toepassingen in de voedingsmiddelen- en farma-industrie.

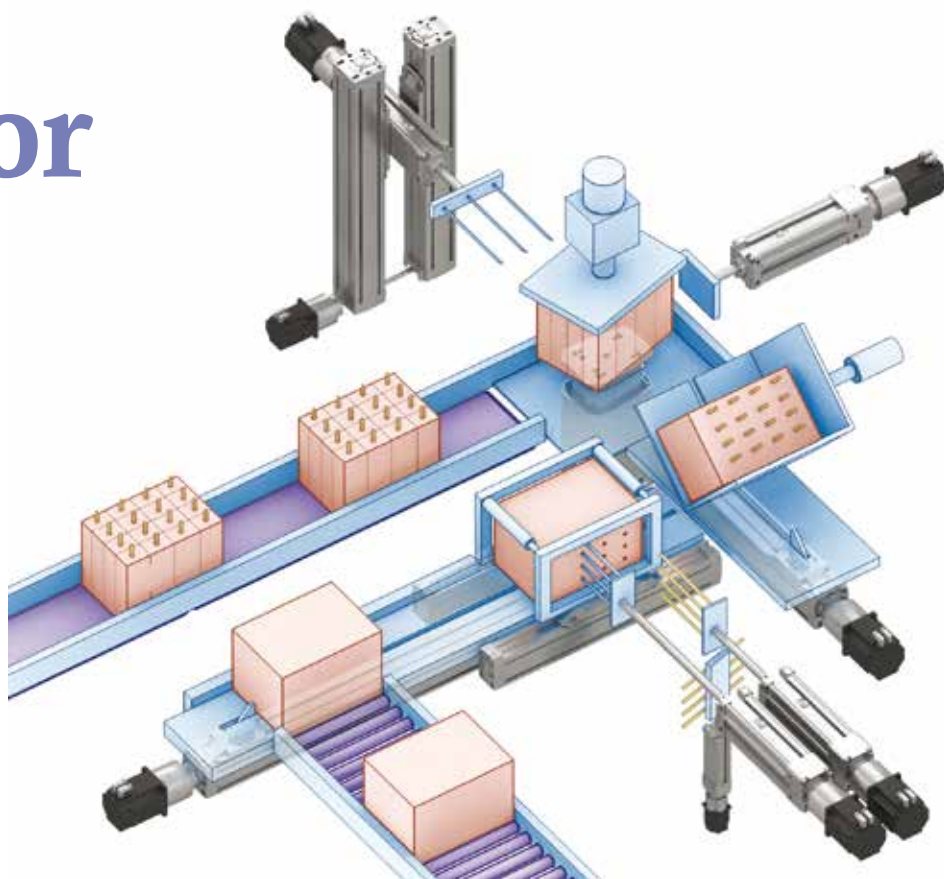
ren zet door

aandrijvingen zijn leverbaar in explosie-veilige en/of hygiënische uitvoeringen. Daarbij hebben elektrische aandrijvingen in het algemeen een hogere kracht-dichtheid dan pneumatische aandrijvingen en zijn ze veelal compacter in verhouding tot de maximaal leverbare krachten. Maar om een echt goede vergelijking te kunnen maken moeten alle kosten en eigenschappen van de totale aandrijving, dus zowel die van mechanica, stuur- en regelmodules, geleidingen, sensoren, energiegebruik, als de montage- en onderhoudskosten bij elkaar worden opgeteld.

Dure perslucht

In veel machines en productielijnen is vaak sprake van lineaire bewegingen, waarvoor pneumatiek van oudsher zeer geschikt is. Het is een bekende techniek. Betrouwbaar ook. De bewegingen zijn relatief snel, maar er zijn ook beperkingen die vooral opduiken als er hogere eisen aan bijvoorbeeld de kracht-dichtheid en de repeteerbare positioneer-nauwkeurigheid worden gesteld. Nadeel is immers dat pneumatiek met het medium lucht werkt en lucht is nu eenmaal samendrukbaar, wat nauwkeurig positioneren bemoeilijkt. Er zijn weliswaar pneumatische servosystemen met interne wegmeetsystemen, maar die zijn vrij duur en minder nauwkeurig dan elektrische actuatoren. Een ander aspect is energiegebruik. Perslucht is een populaire, maar ook dure energiedrager. Zo'n 75% van de opgenomen energie van persluchtcompressoren wordt immers omgezet in warmte. Daarnaast gebruiken drogers ook energie en dan zijn er vaak luchtlekkages, waardoor het totale energetische rendement van een persluchtinstallatie amper boven de 10% uitkomt. Vooral in situaties waarbij meerdere pneumatische cilinders worden toegepast, is het dan ook zinvol om het energiegebruik van pneumatische en elektrische oplossingen goed naast elkaar te zetten. Een ander punt

Perslucht is een populaire, maar ook dure energiedrager. Zo'n 75% van de opgenomen energie van persluchtcompressoren wordt immers omgezet in warmte...



Hier zorgen elektrische lineaire actuatoren in combinatie met lineaire units voor een XY beweging, maar ook voor een schuivende beweging en voor de nauwkeurige positionering van werkstukken op de aanvoerband.

is dat om beter te kunnen concurreren met lagelonenlanden, in West-Europa toegepaste productiemachines steeds sneller, flexibeler en nauwkeuriger moeten worden. Dat betekent dat aan de lineaire bewegingen in die machines steeds hogere eisen worden gesteld qua snelheid en positioneermogelijkheden. Dat kan in bepaalde gevallen met (servo)pneumatiek of hydrauliek worden opgelost, maar door de opmars van nieuwe producten zijn elektromechanische lineaire actuatoren vaak een goedkopere en betere (o.a. qua nauwkeurig positioneren) oplossing.

Accent op lagere TCO

Producenten letten bij de aanschaf van nieuwe productiemiddelen steeds meer op de Total Cost of Ownership (TCO). Daarin spelen de investerings-, montage-, onderhouds- en energiekosten een belangrijke

rol. Welke lineaire oplossing in het kader van de laagst mogelijke TCO het meest interessant is (pneumatisch, hydraulisch of elektrisch) hangt af van een aantal factoren. Is er reeds perslucht aanwezig, dan zal een pneumatische oplossing vaak initieel lagere investeringskosten met zich meebrengen. Daarentegen liggen de bedrijfskosten (energie, onderhoud, levensduur) van pneumatiek veelal hoger dan die van (digitaal) gestuurde elektrische aandrijfsystemen. Is er geen perslucht aanwezig, dan ligt de keuze voor een volledig elektrische oplossing voor de hand. Er kan uiteraard ook een persluchtcompressor bij de machine worden geleverd, maar dan zal de totale investering fors oplopen, wat om die reden ook zelden wordt gedaan. Bovendien vergt zo'n compressor, inclusief filters en eventuele conditioneringsinstallatie, extra onderhoud. Die kosten komen er dan nog bij. Datzelfde geldt voor hydraulische oplossingen, waarvoor een aggregaat, kleppenblokken, etcetera nodig zijn. Elektrische actuatoren zijn montageklaar en nagenoeg onderhoudsvrij. Aansluiten van een voedingskabel en een veldbuskabel voor het controleren van de bewegingen is voldoende om een operationele lineaire aandrijving te creëren. Bij pneumatische cilinders praat je, qua te

monteren componenten, over ventielen waar luchtslangen op aangesloten moeten worden, eindschakelaars die moeten worden bedraad en ingesteld, etcetera. Bij complexe/nauwkeurige bewegingen vergt een pneumatische servo-oplossing acht systeemcomponenten (los van de compressor) tegen drie systeemcomponenten bij een elektromechanische oplossing. Elektromechanische lineaire actuatoren hebben een energetisch rendement van meer dan 80% zodat bij toepassing van meerdere actuatoren en bij intensief gebruik, het verschil in energiekosten met het pneumatische alternatief hoog kan oplopen in het voordeel van elektrische actuatoren. Het is niet voor niets dat van oudsher bekende pneumatiekleveranciers sinds enkele jaren ook een in omvang groeiend programma elektrische lineaire aandrijvingen in hun assortiment hebben.

Veel mogelijkheden

Elektrische lineaire actuatoren zijn er in aanzienlijk meer varianten dan pneumatische cilinders. Zo zijn er de bekende elektrische uitvoeringen met spindelaandrijving, maar er zijn ook tandriem-aangedreven lineaire units en niet te vergeten de innovatieve duwketting, die opmerkelijke toepassingen binnen bereik brengt. Door deze royale keuze kan niet alleen de aard van de beweging (nauwkeurigheid, snelheid, slaglengte), maar ook de kracht en duurzaamheid van de actuator precies worden afgestemd op

Duwkettingen zijn een aparte categorie binnen de markt van lineaire aandrijvingen. Ze nemen uiterst weinig plaats in, terwijl ze toch in staat zijn om zware voorwerpen zoals hefplateaus, liften en podia over afstanden tot 30 meter te verplaatsen.



TYPE AANDRIJVING	PNEUMATISCHE CILINDER	ELEKTRISCHE ACTUATOR
Aanschafkosten	€ 90,- + ventielen/etc. = € 340,-	€ 1.250,- (actuator incl. aandrijfmotor)
Elektriciteitskosten/jaar	€ 42,-	€ 6,75
Levensduur	1 maand	3 jaar
Jaarlijkse vervangingskosten	€ 1.080,- (alleen kosten cilinder, ex. Arbeid)	€ 0,00
TCO over 3 jaar	€ 3.616,-	€ 1.270,25

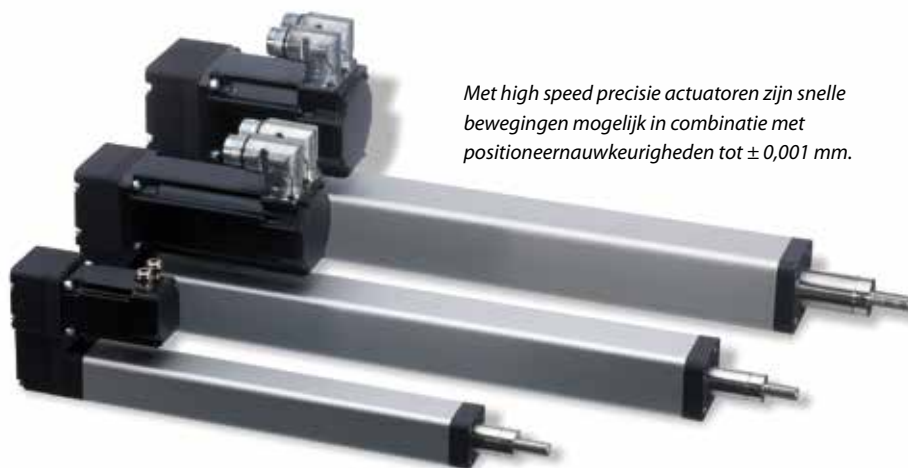
Vergelijking van de TCO van een pneumatische cilinder versus een elektrische lineaire actuator. Het betreft hier de toepassing in een snijmachine binnen de voedingsmiddelenindustrie. Daarvoor gelden als aanvullende eisen dat de aandrijving uit roestvaststaal moet zijn vervaardigd en qua afdichting voldoet aan IP 69K. Vereiste kracht is 22,5 N, bij een slaglengte van 100 mm en een cyclustijd van 0,5 sec. (uit/in). Omdat sprake is van extreme omstandigheden wordt de pneumatische cilinder preventief elke maand vervangen. In deze toepassing is de elektromechanische oplossing, die niet preventief vervangen hoeft te worden, gerekend over 3 jaar bijna € 2.400,- goedkoper dan de pneumatische variant.

de toepassing. Actuatoren met nauwkeurige kogelomloopspindels kunnen bijvoorbeeld aangedreven worden door draaistroom-, servo- of stappenmotoren. Daarbij is er keus uit AC/DC, 12V, 24V of 220V. In combinatie met encoders en sensoren kunnen met elektromechanische actuatoren, naast snelle slagen over specifieke lengtes, ook nauwkeurige proportionele bewegingen worden gerealiseerd. De motor kan immers op elke gewenste positie worden gestopt waarbij nauwkeurigheden tot $\pm 0,001$ mm haalbaar zijn. In tegenstelling tot persluchtcompressoren en hydraulische aggregaten die continu in bedrijf zijn, gebruiken elektri-

sche actuatoren bovendien alleen energie wanneer ze worden ingeschakeld en als ze werken doen ze dat ook nog eens met een hoog rendement. Omdat elektrische servo-oplossingen uit minder losse componenten zijn opgebouwd, kan de machinebouwer hiermee bovendien ruimte besparen, terwijl de machines minder complex worden.

Busaansluiting

Door een elektrische actuator via de interface-connector en een bussysteem aan te sluiten op een (centrale) PLC, kan het programma voor de bewegingscyclus eenvoudig op afstand worden gewijzigd.



Met high speed precisie actuatoren zijn snelle bewegingen mogelijk in combinatie met positioneer-nauwkeurigheden tot $\pm 0,001$ mm.

Daarentegen liggen de bedrijfskosten (energie, onderhoud, levensduur) van pneumatiek veelal hoger dan die van (digitaal) gestuurde elektrische aandrijfsystemen...

Dit is enorm tijdbesparend en efficiency-verhogend in situaties waarbij een machine wordt gebruikt voor de productie van verschillende producten, waarbij elk product een andere instelling vereist. Uiteraard kan dat ook met servo-pneumatiek, maar dat vergt een complexere configuratie, terwijl de nauwkeurigheid lager is. Wat veldbuscommunicatie betreft is overigens de verwachting dat veldbussystemen zoals Profibus DP overschaduwd gaan worden door industrieel Ethernet. Dit is al in ver-



Met deze compacte elektromechanische actuatoren met 12 of 24 V DC motor, zijn snelle en nauwkeurige bewegingen mogelijk.

Met zogeheten spindelhefelementen zijn zelfs hefkrachten tot 2.000 kN mogelijk. Voor slaglengtes tot 2.000 mm zijn elektrische alternatieven inmiddels stevige concurrenten van hydraulische cilinders. De elektrische varianten zijn compact, worden gekenmerkt door beschermingsklasse IP65, zijn dankzij de gladde behuizing eenvoudig te reinigen en net als gladde pneumatische cilinders toepasbaar in de food- en farmasector. Daarbij zijn er elektromechanische oplossingen die net als bij hydrauliek en pneumatiek geschikt zijn voor 100% inschakelduur.

Volledig elektrische oplossingen zijn vooral economischer in stand-alone situaties en rukken ook op ter vervanging van hydraulische lineaire actuatoren...

schillende, snel in populariteit toenemende, varianten beschikbaar, waaronder PROFINET en EtherNet/IP. Volledig elektrische oplossingen zijn vooral economischer in stand-alone situaties en rukken ook op ter vervanging van hydraulische lineaire actuatoren. Het risico van vloeistoflekkage en milieuschade is bij elektrische actuatoren immers nihil. Lineaire spindel-aangedreven actuatoren zijn er met hef-/duwkrachten vanaf een paar Newton tot 80.000 N bij snelheden tot 10.000 mm/sec en slaglengtes tot 12 meter.

Innovatieve duwketting

Een compleet eigen categorie binnen de markt voor lineaire aandrijvingen vormt de duwketting. Het geheim daarvan is dat deze slechts naar één zijde kan buigen. Bij belasting in de andere richting, gedraagt de ketting zich als een zeer starre lineaire aandrijving. Doordat de ketting in een beschermende behuizing achter de aandrijfuniteit wordt opgerold, is slechts een beperkte inbouwruimte nodig. Dit in tegenstelling tot de gebruikelijke lineaire aandrijvingen, die in uitgeschoven toestand bijna twee keer zoveel ruimte innemen als in ingeschoven toestand. Zou men een laadplateau van een machine met vier synchrone spindelaandrijvingen op de hoeken bijvoorbeeld

twee meter omhoog willen bewegen, dan zal men dus ook vier, meer dan twee meter diepe gaten in de grond moeten



Lineaire units zijn geleidingen met een slede die wordt bewogen door bijvoorbeeld een tandriem of spindel. Voor de aandrijving kunnen zowel AC/DC, servo- als stappenmotoren worden toegepast. Dit afhankelijk van de gewenste snelheid, kracht en positioneer-nauwkeurigheid.



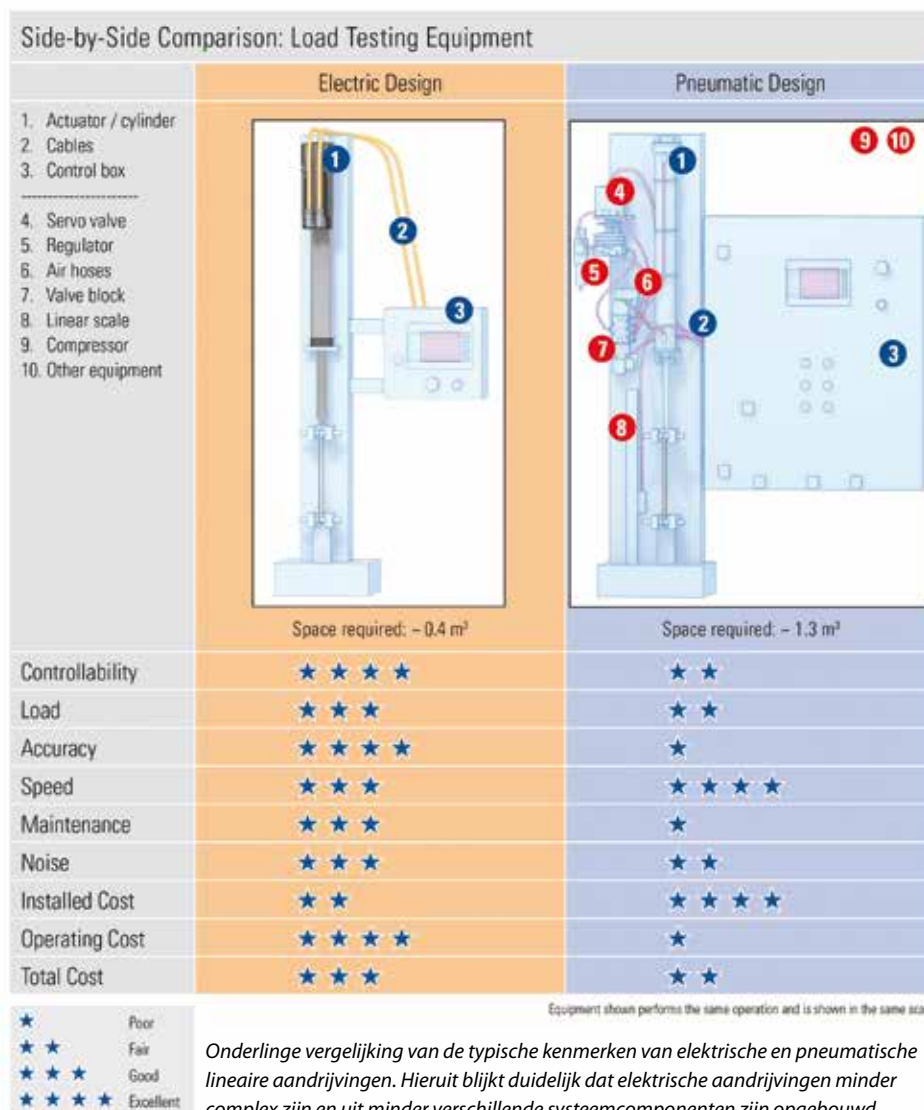
Electric Actuators vs. Pneumatic Cylinders

maken om de behuizing van de actuator te herbergen. De duwketting kent die restrictie niet, is zowel voor horizontale als verticale bewegingen toepasbaar en uitermate geschikt voor bijvoorbeeld industriële liften en schuiftafels. Ook binnen compleet andere sectoren zoals theaters wordt de duwketting vaak gebruikt voor zowel horizontale als verticale bewegingen. Duwkrachten tot 160 kN, snelheden tot 2 meter per seconde of meer zijn mogelijk bij verplaatsingsafstanden tot maar liefst 30 meter! Bovendien is de beweging trillingsvrij en geluidsarm. Duwkettingen zijn, afhankelijk van de toepassing en eigenschappen in verschillende materialen leverbaar waaronder staal, RVS en kunststof.

Online ontwerptools

Constructeurs wordt het tegenwoordig steeds gemakkelijker gemaakt. En nee, dan doelen we niet op het intoetsen van 'lineaire actuator' bij Google. Het lijkt misschien ideaal om de hele wereld aan leveranciers met een muisklik aan je voeten te hebben liggen, maar meer keuze betekent niet automatisch dat het makkelijker wordt om de juiste componentselectie te maken. Integendeel zelfs. Daarom is en blijft het belangrijk om een goed contact te onderhouden met experts van gerenommeerde leveranciers, waarbij het bovendien belangrijk is dat deze meerdere producten en merken in huis hebben om een objectief advies mogelijk te maken. Een duidelijke en persoonlijke technische ondersteuning kan daarnaast ook heel goed worden aangevuld met hedendaagse online ontwerp- en rekenprogramma's. Zo is er via AXIS & Stuifmeel een online rekentool beschikbaar voor lineaire actuatoren. Dit begint met het invullen van basisparameters zoals de te verplaatsen

Designing with electric actuators instead of pneumatic cylinders results in fewer components, better performance and a lower total cost of ownership.



Voor snelle lineaire bewegingen met een relatief kleine verplaatsing kunnen ook heel goed magneten worden toegepast. Dit voorbeeld vinden we in een sorteermachine.



massa, slaglengte, gewenste snelheid en acceleratie, aantal slagen/minuut, uren/dag, dagen/jaar, etc. Op basis hiervan presenteert het programma een overzicht van mogelijke actuatoren, waarop vervolgens in overleg met de productspecialist het juiste motortype kan worden geselecteerd. Voor zeer nauwkeurige machinebewegingen kan bijvoorbeeld een stappenmotor of servomotor worden gebruikt. Ook kan online een vergelijking worden gemaakt met het pneumatische alternatief. Daarbij kijkt het programma eveneens naar de vereiste ruim-

te voor de aandrijving inclusief besturing, waarbij elektrische oplossingen in de regel compacter zijn dan pneumatische oplossingen. Qua snelheid kan pneumatiek in het voordeel zijn, maar of dat echt ten nadele van de elektrische oplossing is, hangt af van de maximaal toegestane acceleratie (reactiekrachten). En als we kijken naar de TCO, kan vaak veel winst worden behaald door het aanzienlijk lagere energiegebruik van elektromechanische actuatoren in vergelijking tot pneumatische oplossingen. Kortom, er komt vaak veel meer bij kijken om de juiste keuzes te maken dan snel 'Googlen' en dit geldt zeker voor het selecteren van de beste lineaire oplossing.

Meer info: www.axis-stuifmeel.nl