

# Richtlijnen, opslag, inspectie en levensduur van hydrauliekslangen (1)

[tekst] Serkan Algan, Pirtek Europe Ltd., Londen (UK) [foto's] Pirtek Europe Ltd. [vertaling en bewerking] Ad Spijkers

**Er zijn veel factoren die van invloed zijn op de verwachte levensduur van hydrauliekslangen. Er zijn internationale normen en industriële en bedrijfsspecifieke standaarden die eisen stellen aan de levensduur van slangen en slang-samenstellingen tijdens opslag en bedrijf. Deze normen en standaarden doen echter geen goede uitspraken over de levenscyclus van slang-samenstellingen tijdens bedrijf, wat te wijten is aan de variërende bedrijfsparameters. In dit eerste van twee delen gaan we in op de omgevingscondities en normalisatie.**

De meest gestelde vraag van onderhoudsmensen betreft de frequentie van het vervangen van hydrauliekslangen. Is het drie jaar, vijf jaar of tien jaar (wat klanten het liefst zouden willen)? Kunnen we deze vraag met een goede en gefundeerde uitspraak beantwoorden? Het antwoord zou met name belangrijk moeten zijn voor iedereen die betrokken is bij aftersales en onderhoud. Vaak is hier sprake van minder strenge controle en aandacht dan bij de ontwerper en de machinebouwer. Het is al even belangrijk om de meest voorkomende oorzaken van veroudering te begrijpen alvorens een systeem ter controle hierop op te zetten. Doel van zo'n systeem is om te proberen en te garanderen dat hydrauliekslangen hun eigenschappen tijdens de beoogde levensduur behouden.

## Een stukje geschiedenis

Het gebruik van hydraulische machines is toegenomen tijdens de Tweede Wereldoorlog toen militaire ingenieurs ontdekten dat hydraulische systemen compacter, lichter in gewicht en zelf-smerend waren. De ontwikkeling van flexibele hydrauliekslangen heeft de deur naar de ontwikke-

ling van een breed scala aan nieuwe, krachtige hydraulische machines verder geopend.

Vandaag de dag maken hydraulische systemen moderne voorzieningen in ons dagelijks leven mogelijk. Dat varieert van vuilniswagens tot onderwatervaartuigen die glasvezelkabels op de oceaanbodem leggen. Dit alles is mogelijk dankzij flexibele slangen die zijn opgebouwd uit wapening in een zacht materiaal, voornamelijk rubber. Rubber zorgt voor bescherming en elasticiteit, maar rubbereigenschappen verslechteren in de tijd. Er is een aantal internationale normen, industriële en bedrijfsgebonden standaards die (elk met een nuance) richtlijnen voor de levensduur van slangen en slang-samblages bieden.

## Geen uitputtende lijst van oorzaken

Aan de andere kant is er geen uitputtende lijst van oorzaken voor het falen van slangen en er is geen wetgeving rond de levenscyclus van slangleidingen in bedrijf. Het is dus niet altijd mogelijk om de ide-



**Wat is de juiste frequentie voor het vervangen van hydrauliekslangen? Voor deze slangen was het in elk geval hoog tijd**

ale levensduur van rubber slangen te adviseren. De factoren die een impact hebben op een slang kunnen - als ze niet als ontwerpparameter worden gecontroleerd of beoordeeld - de levensduur verminderen en leiden tot voortijdige uitval.

## Opslagcondities

Hydrauliekslangen zijn niet ontworpen om een eeuwigheid mee te gaan. Het zijn samengestelde producten die zijn ontworpen om licht, flexibel en bestand tegen hoge druk te zijn. Maar precies dezelfde ontwerpcriteria maken ze ook gevoelig voor factoren die nauwkeurige regeling tijdens opslag vereisen.

De opslagcondities voor rubber artikelen in het algemeen worden beschreven in

- DIN 7716 Rubber producten; eisen voor opslag, reiniging en onderhoud
- DIN 20066:2012 Fluid Power System - Slangen en koppelingen - Afmetingen, eisen



- ISO 8331:2014 Rubber en kunststof slangen en slangassemblages - Richtlijnen voor selectie, opslag, gebruik en onderhoud
- NPR-ISO / TS 17165-2:2013 Hydrauliek - Slangassemblages - Deel 2: Praktijken voor hydrauliekslangassemblages
- BS 5244:1986 Aanbevelingen voor applicatie, opslag en levensduurverlenging van assemblages van rubber hydrauliekslangen en -slangassemblages
- SAE J1273 Feb2009 Aanbevolen werkwijzen voor hydrauliekslangassemblages
- ISO 2230:2002 Rubber producten - Richtlijnen voor opslag
- diverse andere publicaties.

Een citaat uit DIN 7716, paragraaf 2: *“Onder ongunstige bewaaromstandigheden of bij inadequate behandeling van de meeste rubber producten veranderen hun fysieke kenmerken. Dit kan leiden tot verminderde duurzaamheid en tot ongeschiktheid voor gebruik als gevolg van overmatige verharding, verweking, continue deformatie of delaminatie, scheuren of andere oppervlaktebeschadigingen. De effecten van zuurstof, ozon, warmte, licht, vocht, oplosmiddelen of opslag onder spanning kunnen tot deze veranderingen leiden. Adequaat opgeslagen en behandelde rubber producten behouden hun eigenschappen bijna zonder verandering gedurende een lange periode (meerdere jaren).”*

Los van alle aanbevelingen is er één belangrijke procedure die boven alle andere gaat. Alle rubber producten moeten worden opgeslagen volgens het ‘first in, first out’ principe. De reden is eenvoudig: een ongewoon lange opslagduur kan de fysieke eigenschappen van rubber producten verslechteren, zelfs onder de beste omstandigheden.

### Verouderingsproces

Zelfs onder de juiste opslagcondities en aanvaardbare bedrijfsomstandigheden zijn slangen en assemblages onderworpen aan natuurlijke veroudering. Veroudering is een term die vaak wordt gebruikt in de rubberindustrie om de degradatie van rubber te beschrijven die kan optreden in de tijd zonder de inwerking van chemicaliën. Drie factoren dragen in belangrijke mate bij aan de veroudering van rubber compounds: oxidatie door zuurstof (O<sub>2</sub>) in de lucht, ozon (O<sub>3</sub>) en ultraviolet licht (UV). Tot de symptomen van afbraak door veroudering behoren onder meer zacht worden van de compound, barsten en rotten; alle drie kunnen leiden tot afbraak en falen van de compound tijdens gebruik.

## Ideale levensduur moeilijk te bepalen

Bij het selecteren van een rubber compound moet de gebruiker rekening houden met de mate waarin de compound zal worden blootgesteld aan veroudering tegen oxidatie, ozon en UV licht. Met name in toepassingen waarbij het eindproduct zich tijdens gebruik volledig of deels in de open lucht bevindt, moet hieraan bijzondere aandacht worden besteed. In dit soort toepassingen wordt de rubber compound meer blootgesteld aan de krachten van de veroudering - een feit dat vaak over het hoofd wordt gezien bij de keuze van materialen. Oxidatie van een rubber compound kan in de tijd optreden als het materiaal wordt blootgesteld aan zuurstof. Oxidatie kan in enkele compounds splitsing in de molecuulketen veroorzaken. Hierbij wordt het

**Twee voorbeelden van veroudering (degradatie) van rubber compounds, de ene als bulk-slang, de andere als geassembleerde slang. Het moge duidelijk zijn dat de tweede bij flinke belasting geen lang leven beschoren is**

moleculaire netwerk van het materiaal verbroken, wat leidt tot afbraak en zacht worden. In andere rubbersamenstellingen kan oxidatie juist leiden tot uitharding van de compound. Tot de compounds die bestand zijn tegen oxidatie behoren neopreen (matige weerstand) en EPDM (hoge weerstand).

Ozon, een ander gas in de atmosfeer, geeft veroudering van rubber door het afbreken van de dubbele bindingen in een compound, wat leidt tot scheurvorming. Terwijl oxidatie meestal langzaam verloopt in de tijd, vindt veroudering door ozon sneller plaats en kan nog worden verhoogd door spanning. Wederom zijn zowel neopreen als EPDM bestand tegen schade door ozon.

Zonlicht bevat zowel zichtbaar, infrarood als UV licht. Licht verouderd rubber door de ontwikkeling van vrije radicalen aan het oppervlak van een compound. UV licht is bijzonder agressief omdat het afbraak veroorzaakt van de polymeren waaruit de compound bestaat. Het netto resultaat is verkleuring en scheuren van het materiaal. EPDM, fluorelastomeren (zoals Viton en chloropreen) en siliconenrubbers bieden goede weerstand tegen UV veroudering.

### Parameters

Er zijn diverse parameters die een rol spelen tijdens de opslag van rubber producten zoals slangen.

#### Temperatuur en luchtvochtigheid

De opslagruimte moet koel, droog, schoon en goed geventileerd zijn. De temperatuur moet tussen -10°C en +15°C (maximaal 25°C) bedragen, de relatieve vochtigheid van de lucht mag niet hoger zijn dan 65%. Het opgeslagen materiaal moet worden beschermd tegen warmte- ▶

bronnen (directe verwarming). Als het niet mogelijk is om de slangen van warmtebronnen te isoleren, moeten warmteschilden worden gebruikt.

#### Licht

Zoals reeds beschreven moet directe blootstelling aan zonlicht of kunstlicht met hoge UV straling worden vermeden.

#### Zuurstof en ozon

Omdat ozon een bijzonder agressieve effect heeft op rubber mogen in de opslagruimten geen ozon producerende installaties als elektromotoren en lasmachines worden gebruikt. Slangen moeten tegen luchtcirculatie worden beschermd door geschikte lucht of luchtdichte containers.

## Bij rubber altijd first in, first out

#### Contact met andere materialen

In de opslagruimte mogen niet tevens oplosmiddelen, brandstoffen, smeermiddelen, chemische producten, ontsmettingsmiddelen en dergelijke worden opgeslagen. Ook direct contact met sommige metalen of metaallegeringen (bijvoorbeeld mangaan, ijzer, koper en legeringen daarvan) heeft negatieve effecten op bepaalde rubbers.

#### Elektrisch of magnetisch veld

Een elektrisch of magnetisch veld kan stromen in de metalen wapening van de slangen veroorzaken en vonken opwekken. Om deze reden mogen slangen niet worden opgeslagen in de buurt van hoogspanningskabels en hoogfrequentiegeneratoren.

#### Ongedierte

De ervaring leert dat de schade veroorzaakt door insecten of knaagdieren zoals ratten niet mag worden onderschat.

#### Fysieke bewaarcondities

Slangen moeten vrij van spanning, samendrukking of andere vervorming worden opgeslagen. Contact met voorwerpen die het rubber kunnen doorboren of -snijden, moet worden vermeden. Te grote voorraden moeten worden vermeden omdat het gewicht van de slangen onderliggende exemplaren beschadigt. Een stapelhoogte van ongeveer 1,5 m is het maximum, maar dit is altijd afhankelijk van de afmeting en constructie van de slang. Opgeslagen slangen moeten horizontaal worden opgeslagen om stapeling te voorkomen. Oprollen moet zodanig gebeuren dat de minimale buigradius van de slangen niet wordt overschreden. Deze buigradii staan vermeld in de technische productspecificaties per slang.

**Afb. 3** toont enkele voorbeelden van goede opslag van losse en gemonteerde slangen. Als ze eenmaal zijn samengesteld, moeten slangassemblages aan beide uiteinden worden afgedopt om vervuiling tijdens opslag te voorkomen en zodanig worden bewaard dat ze niet beschadigd raken. Slanghaspels of rollen losse slangen moeten eveneens worden beschermd (bijvoorbeeld met een krimpfolie) om het effect van aantasting door ozon te beperken.

#### Internationale normen

Tijdens dagelijks gebruik worden hydrauliekslangen en slangassemblages bloot-

gesteld aan een reeks spanningen die het onmogelijk maken om een algemene uitspraak over de levensduur van de slangen te doen. De relevante normen en publicaties van beroepsverenigingen geven richtlijnen voor de levensduur van hydrauliekslangen. We bespreken er een aantal.

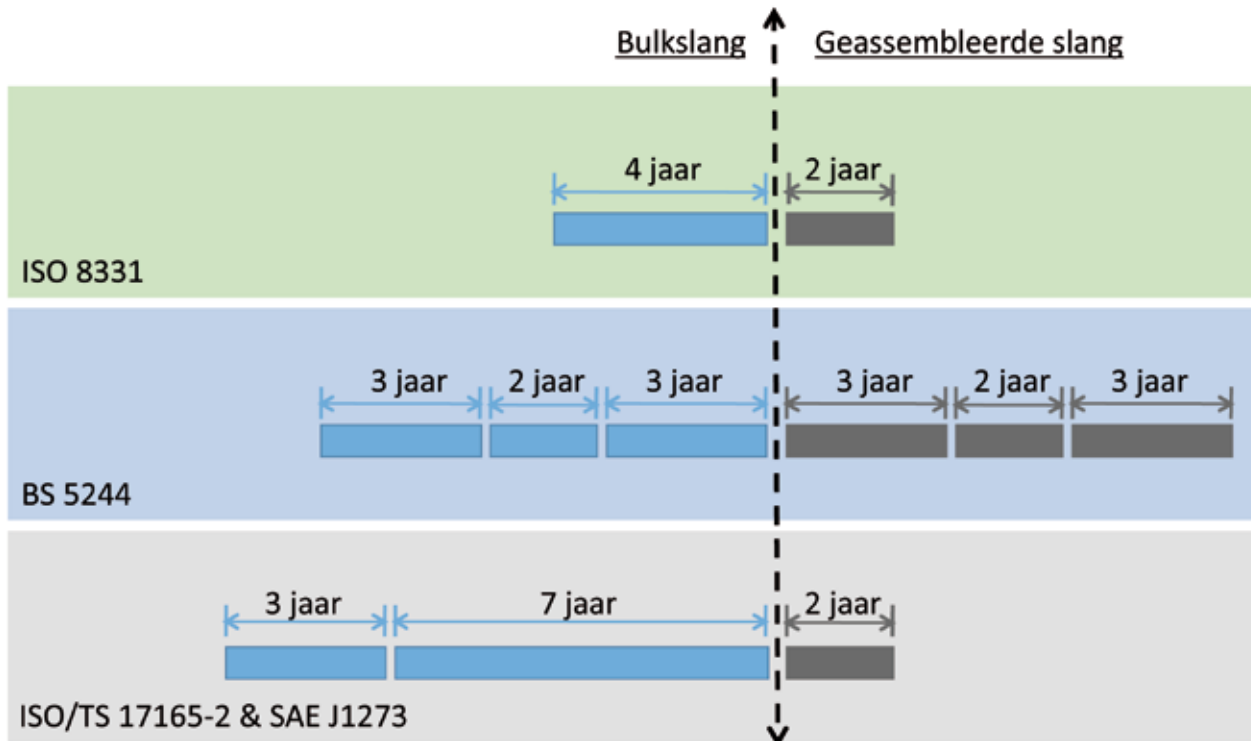
*DIN 20066:2012* stelt dat op het moment van montage (assemblage van koppelingen) slangen niet ouder dan vier jaar op de plank mogen liggen. De levensduur van de slangassemblages (levensduur) mag niet meer dan zes jaar bedragen, waarvan een mogelijke opslagtijd van maximaal twee jaar. In bepaalde toepassingsgebieden kan de levensduur worden gevarieerd op basis van de specifieke bedrijfsomstandigheden. Alle gegevens die afwijken van de normen moeten in de gebruiksinstructies worden aangegeven.

*BS 5244:1986* geeft een veel gedetailleerdere aanbeveling. Voor slangen tot drie jaar oud geldt dat gebruik zonder nader testen mogelijk is. Slangen van drie tot vijf jaar oud mogen worden gebruikt nadat representatieve monsters zijn onderworpen aan een druktest die als bewijs fungeert. Slangen van vijf tot acht jaar mogen worden gebruikt nadat representatieve monsters zijn onderworpen aan druk-, impuls- en barstdruktesten, koud buigen en elektrische testen. Slangen van meer dan acht jaar zijn schroot.

Voor slangassemblages tot drie jaar geldt dat gebruik zonder verdere tests is toegestaan. Assemblages van drie tot vijf jaar mogen alleen worden gebruikt nadat de assemblage is onderworpen aan een druktest van anderhalf keer de ontwerp-

**Afb. 3. Voorbeelden van goede opslagmethoden voor losse en geassembleerde slangen**





Afb. 4. Vergelijking van drie belangrijke normen in termen van maximaal toegestane opslagperiode en de toestand van de slang (bulk versus geassembleerd)

druk en representatieve monsters naar een barstdruktest. Slangassemblages van vijf tot acht jaar moeten representatieve monsters bovendien een impulsdruktest, koud buigen en elektrische tests ondergaan. Slangassemblages van meer dan acht jaar zijn schroot.

ISO / TS 17165-2: 2013 *Hydrauliekslangassemblages. Deel 2: Praktijken voor hydraulische slangassemblages*. Tenzij anders aangegeven door de fabrikant is de houdbaarheid van rubber slang in bulkvorm of gemaakt van twee of meer materialen zeven jaar vanaf de datum van productie, drie jaar indien de slangen zijn opgeslagen in overeenstemming met ISO 2230. Ook weer tenzij de fabrikant anders aangeeft wordt de houdbaarheid van thermoplastische en PTFE-slang als onbegrensd beschouwd. Slangen en koppelingen die visuele inspectie en een test als bewijs ondergaan, mogen na montage niet langer dan twee jaar worden opgeslagen.

ISO 8331:2014 *Rubber en kunststoffen en -slangassemblages - Richtlijnen voor selectie, opslag, gebruik en onderhoud*. De opslagperiode moet tot een minimum worden beperkt. Rotatie van de voorraad is essentieel en 'first-in, first-out' regel moet worden toegepast. Voor langdurige opslag worden de volgende maximale bewaartermijnen aanbevolen: voor bulk-

slangen maximaal vier jaar, voor slangassemblages maximaal twee jaar. Deze twee periodes kunnen worden geïnterpreteerd als opeenvolgend, resulterend in een maximale opslagcapaciteitsduur van zes jaar (vier jaar als bulkslang + twee jaar als slangassemblage).

SAE J1273 Feb2009 *Aanbevelingen voor hydrauliekslangassemblages*. De houd-

### Drie factoren voor veroudering

baarheid van rubber slang in bulkvorm is tien jaar vanaf de datum van fabricage indien opgeslagen in overeenstemming met ISO 2230: 2002 - Rubber producten - Richtlijnen voor opslag. De houdbaarheid van thermoplastische en PTFE slang wordt als onbegrensd beschouwd. Slangassemblages die visuele inspectie en beproeving ondergaan, mogen niet langer dan twee jaar worden opgeslagen.

Naast deze nationale en internationale normen hanteren ook sommige machinebouwers (OEM's) hun eigen regels voor de leeftijd van slangen die worden gebruikt voor de productie van slangassemblages. Ik adviseer te kijken naar de voorschriften die gelden voor uw eigen land of industrie (zoals de Duitse BGR237 - *Betriebssicherheitsverordnung*). Waar sprake

is van onvoldoende informatie of consistentie moet ISO / TS 17165-2: 2013 in aanmerking worden genomen.

Afb. 4 geeft een eenvoudige weergave hoe de meest voorkomende internationale normen zijn te vergelijken. Het diagram geeft een vergelijking tussen drie belangrijke normen voor maximaal toegestane duur van de opslag en de staat van de slang (bulk versus geassembleerd). Er moet worden opgemerkt dat de maximaal toegestane periode voor bulk en -slangassemblages slechts een leidraad is en moeten worden beoordeeld in samenhang met de opslag, de fysieke toestand van de slangen en de vereiste testen volgens de normen. Wanneer de maximaal toegestane opslagperiode uit kortere perioden bestaat, eist de relevante norm bepaalde tests uit te voeren. **A**

Inl.: Pirtek Benelux BV, tel.: (010) 238 32 28, [www.pirtek.nl](http://www.pirtek.nl)

#### 'Best practices'

In deel 2 (volgende AandrijfTechniek) wordt nader ingegaan op de 'best practices' bij de omgang met hydrauliekslangen, maar ook op frequent voorkomende fouten.