

Ontwerp op preventievrijheid mag betrouwbaarheid niet verlagen

Citation for published version (APA):

Hankmann, W. (1991). Ontwerp op preventievrijheid mag betrouwbaarheid niet verlagen. *I-twee werktuigbouwkunde*, (11), 15-19.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1991

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

Ontwerp op preventievrijheid mag betrouwbaarheid niet verlagen

In "Onderhoudsbewust ontwerpen, eerste stappen in het proces [2] is gesteld dat verbeteringen met als doel het verlagen van de onderhoudskosten, op verschillende wijzen kunnen worden gerealiseerd. Zo kunnen de gebruiksomstandigheden van een object onder de loep worden genomen, de constructie kan worden aangepast aan het te verwachten faal- en herstelgedrag van een object, de totale onderhoudsbehoefte kan worden verlaagd met een uitgekiend opgesteld onderhoudsconcept, en tenslotte kan de onderhoudsorganisatie beter op de te verwachten onderhoudssituatie worden voorbereid.

Zoals toen al aangegeven, beoogt onderhoudsbewust ontwerpen vooral de realisatie van onderhoudsgunstige objecten door ingrijpen in de constructie [3]. Als zodanig is ontwerpen op preventievrijheid dan ook, samen met "ontwerpen op bedrijfszekerheid" (i-Kwadraat Werktuigbouwkunde dec. 1991) en "ontwerpen op onderhoudbaarheid" (i-Kwadraat Werktuigbouwkunde jan. 1992), de invulling van stap 4, "het genereren van alternatieven", in het afloopschema technische verbeteringen [4]. Evenals bij ontwerpen op bedrijfszekerheid en onderhoudbaarheid gaan we ook bij ontwerpen op preventievrijheid uit van een zeker denkschema, uitmondend in een "gesloten" denkmodel. Doelstelling van deze werkwijze is te komen tot een zo compleet mogelijke benadering van het probleem, waarbij zo mogelijk geen aspecten over het hoofd worden gezien en niets aan het toeval wordt overgelaten.

Voor ontwerpen op preventievrijheid leidt dit denkschema tot een "karweimodel",

W. HANKMANN

Ing. W. Hankmann is verbonden aan de faculteit der Werktuigbouwkunde van Technische Universiteit Eindhoven, vakgroep Werktuigkundig Ontwerpen en Construeren.

Inspecteren
Bijvullen
Smeren
Nastellen
Reinigen
Conserveren

Fig. 1. Karweimodel

waarin (de meeste) relevante preventieve onderhoudsacties zijn opgenomen. Teneinde alle in dit model genoemde onderhoudsaspecten positief te kunnen beïnvloeden, worden ze in het al in [2] en [5] gepresenteerde oplossingsveld onderhoudsbewust ontwerpen ondergebracht. Vervolgens zal een systematische aanpak van al deze aspecten, aangevuld met enige voorbeelden, in relatie met dit oplossingsveld worden besproken. Tenslotte zal nog enige aandacht aan het gebruik van checklists, als ondersteuning voor de ontwerper, worden gegeven.

Het denkschema bij ontwerpen op preventievrijheid houdt simpelweg in, dat de preventievrijheid van een object kan worden verhoogd door het aantal preventieve onderhoudsacties te verminderen. Hierbij dient te worden opgemerkt dat het vereenvoudigen van deze acties, hoe belangrijk ook, een onderhoudsaspect is en als zodanig dus niets met preventievrijheid te maken

Het uitvoeren van een onderhoudsanalyse, met name de gedrags- en kostenanalyse van een technisch object, kan één of meerdere knelpunten bij het te verwachten onderhoudsgedrag aan het licht brengen. Dit betekent dat van een bepaald object niet alleen acties en componenten worden aangewezen die debet zijn aan een slecht onderhoudsgedrag, maar dat tevens informatie is verkregen over aard en de oorzaak hiervan. De doelstelling van de onderhoudsanalyse is dan ook om, uitgaande van de belangrijkste knelpunten, op gerichte wijze tot verbetering van een object te komen.

heeft.

Preventieve onderhoudsacties kan men in twee categorieën opsplitsen: "verzorgen" en "herstellen". Aangezien preventief herstellen direct samenhangt met correctief herstellen en als zodanig dus impliciet in het artikel over ontwerpen op bedrijfszekerheid zal worden besproken, blijft dit onderwerp

Oplossingsveld <i>Rp</i>	Component		Structuur		Hulpcomponent
	Aantal	Werkwijze	Aard		
			Bouwwijze	Functioneel	
	Materiaal	Vorm	Materieel		
<i>Karweimodel</i>					
Inspecteren	↓				
Bijvullen	↓				
Smeren	↓				
Instellen	↓				
Reinigen	↓				
Conserveren	↓				

Fig. 2. Oplossingsveld preventievrijheid

De artikelen in de serie over onderhoudsgunstig ontwerpen, waarvan het eerste is verschenen in i-Kwadraat. Werktuigbouwkunde no. 9/91, zijn een bewerking door de auteur van het collegedictaat "Terotechniek" van de hand van prof. dr.ir. van der Mooren.

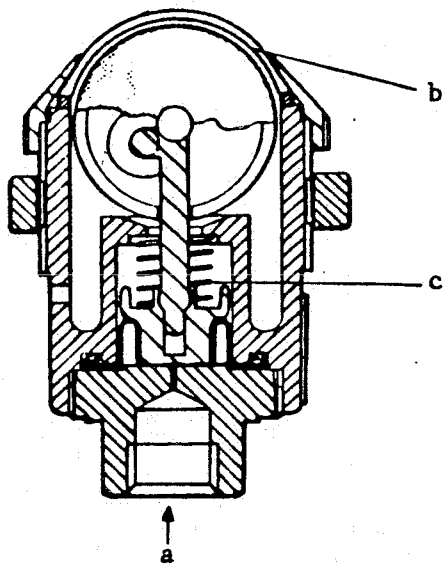


Fig. 3. Drukmeter

binnen dit artikel buiten beschouwing. Dit houdt dus in dat, uitgaande van het genoemde denkschema, het denkmodel preventievrijheid uitsluitend de verzorgende acties omvat. Met andere woorden, men kan dus spreken van een denkmodel verzorgen of, nog directer, een "karweimodel". Dit karweimodel bevat met name de in de tabel van figuur 1 opgenomen preventieve onderhoudsacties.

Zoals gezegd, is de doelstelling van een denkmodel om tot een zo compleet mogelijk denkbeeld van de beschouwde problematiek te komen. Gesteld moet echter worden dat het overzicht van figuur 1 niet de pretentie heeft compleet te zijn. Zo kan bijvoorbeeld het item "bijvullen" worden aangevuld met aftappen en verversen, en kan men bij "reinen" bijvoorbeeld ook denken aan spoelen, opkoken, borstelen, ontkolen, schoonspuiten enzovoort. Dit alles betekent dat het onder bepaalde omstandigheden zeker zinvol kan zijn om het karweimodel uit figuur 1 aan te vullen, opgenomen items te detailleren of juist te schrappen.

Teneinde aan het in het denkschema gestelde doel, het verminderen van het aantal preventieve onderhoudsacties, te voldoen, kan men de volgende twee mogelijkheden nastreven:

- Beperk de behoefte aan verzorging (zie karweimodel);
- Beperk de behoefte aan preventief herstel.

Zoals gezegd, zal het beperken van de behoefte aan preventief herstel in de volgende publicatie, ontwerpen op bedrijfszekerheid, worden besproken. De reden hiervoor moeten we hierna citeren.

Om de behoefte aan verzorging te beperken kan men zinvol gebruik maken van het oplossingsveld onderhoudsbewust ontwerpen, toegespitst op het karweimodel (figuur 2).

Opbouw en doelstelling van het oplossingsveld zijn in beginsel al in "onderhoudsbewust ontwerpen de eerste stappen in het process" [2] en "Onderhoudsgunstige ontwerp in tien geboden te vatten" [5], besproken. Aangezien een juiste toepassing van het oplossingsveld een strikte voorwaarde voor het verkrijgen van een optimaal resultaat is, en het in de praktijk hieraan nogal eens mankeert, zal dit alles aan de hand van het oplossingsveld preventievrijheid nog eens worden uitgelegd.

Uitgangspunt is het verbeteren van het onderhoudsgedrag van een object, in dit geval ten aanzien van preventievrijheid. Dit betekent dat de ontwerper moet trachten het aantal preventieve onderhoudsacties te verlagen, hetgeen is te bereiken door het op verstandige wijze variëren van elke in het oplossingsveld opgenomen constructieve parameter. Zo kan de actie "smeren wentelager" wellicht worden voorkomen met een andere werkwijze van de geleiding, bijvoorbeeld luchtlagering, een ander materiaal dat geen smering behoeft, of het toepassen van een hulpcomponent in de vorm van een automatische oliepomp. De actie "reinen warmtewisselaar" kan misschien worden voorkomen of in aantal verminderd door het toevoegen van dopes (hulpcomponent) aan het medium, of het voorkomen van dode hoeken (vormgeving, als onderdeel van bouwwijze).

Toepassen van het oplossingsveld betekent zeker niet het bedenken van mogelijke oplossingen en deze vervolgens op de "juiste" plaats in het veld onderbrengen. Integendeel, het gaat er juist om de (te verwachten) problemen bij één of meerdere onderhoudsaspecten op te lossen door bij elke ontwerp-

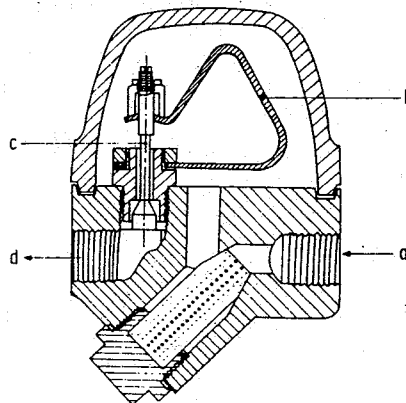


Fig. 4. Condenspot

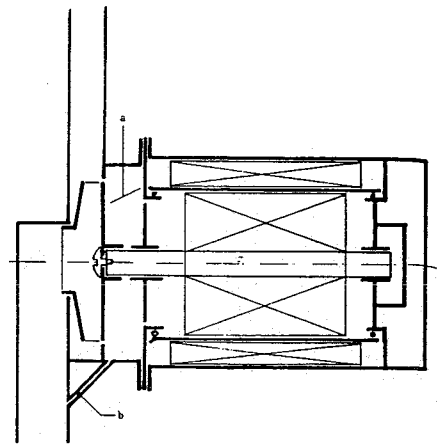


Fig. 5. CV-pomp

parameter op creatieve wijze en al brainstormend mogelijke verbeteringen te bedenken. Alleen op deze manier verkrijgt men enige zekerheid over de compleetheid van te bedenken oplossingen en het uiteindelijk vinden van de "optimale" oplossing.

Het beperken van de behoefte aan verzorging

Het beperken van de behoefte aan verzorging van een technisch object betekent dat men er naar moet streven om het aantal van alle in het oplossingsveld preventievrijheid (figuur 2) opgenomen preventieve verzorgingsacties te verminderen. Het verminderen van de omvang van de acties, bijvoorbeeld door deze te vereenvoudigen of onder betere werkomstandigheden plaats te laten vinden is, zoals reeds gezegd, een kwestie van onderhoudbaarheid en komt als zodanig dan ook in het artikel ontwerpen op onderhoudbaarheid aan de orde.

Teneinde bovengestelde doelstelling te bereiken, gaan we uit van het object, bestaande uit (in het algemeen) meerdere componenten, volgens een bepaalde bouwwijze samengesteld en resulterend in een zekere werkwijze. Het feit dat een object of zijn componenten behoefte heeft aan preventief onderhoud, heeft als oorzaak een belasting die op de een of andere wijze optreedt, bijvoorbeeld in de vorm van vervuiling. Preventief onderhoud is dus te zien als het gevolg van een optredende belasting op het beschouwde object.

Met dit als uitgangspunt kan men zich voor het beperken van het aantal preventieve verzorgingsacties over de werkwijze van een component het volgende afvragen:

- Is de desbetreffende deelfunctie wel nodig?
- Kan deze deelfunctie wellicht in een andere component worden ondergebracht?
- Kan de deelfunctie met een andere werkwijze worden uitgevoerd?

Over het gevolg hiervan, de uit te voeren actie, kan men zich afvragen of die wellicht is te automatiseren.

In principe ligt het voor de hand om het kwaad bij de wortel aan te pakken, hetgeen betekent dat men moet trachten de oorzaak van preventief onderhoud in de vorm van de optredende belasting te voorkomen of te verminderen. Dit onderwerp zal bij ontwerpen op bedrijfszekerheid uitvoerig worden besproken, in dit artikel komt dit dus in principe niet aan de orde. In de volgende paragrafen zal elk van de genoemde preventieve onderhoudsacties worden toegelicht en met behulp van voorbeelden verduidelijkt.

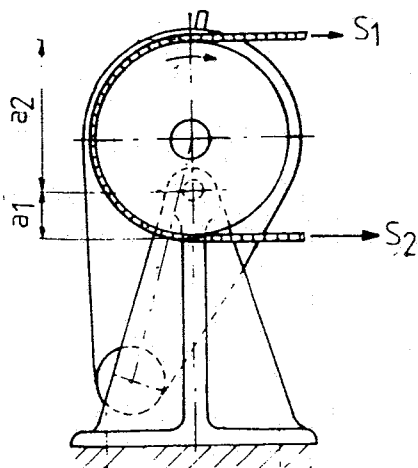
Beperk inspecteren

Onder inspecteren worden werkzaamheden verstaan ter beoordeling van:

- De toestand of staat van een object (fysieke inspectie); en
- De werking of het gedrag van een object (functionele inspectie).

Zowel fysieke als functionele inspectie kan met behulp van zintuigen en/of met instrumenten worden uitgevoerd, bijvoorbeeld om vast te stellen:

- Of proces- of hulpstoffen nog in voldoende mate en juiste samenstelling aanwezig zijn, te meten met bijvoorbeeld druk-, niveau- en temperatuurmeters voor koel- en smeermiddelen (figuur 3, hulpcomponent);
- Hoever schade door slijtage, erosie, corrosie enzovoort is voortgeschreden, te meten met bijvoorbeeld een trillingsmeter met claxon op een lager (hulpcomponent), het uitvoeren van olieanalyses (werkwijze), of het werken met kleurindicatie in autobanden (materiaal, als onderdeel van bouwwijze);
- In welke mate vervuiling, aangroeiing, enzovoort zijn opgetreden, bijvoorbeeld door het toepassen van drukverschilmeters over een filter (hulpcomponent), of het meten van debiet of capaciteit (werkwijze, hulpcomponent);



- Of redundante componenten hebben gefaald, bijvoorbeeld door het plaatsen van een signaallampje bij een dubbelremsysteem (hulpcomponent).

Beperk bijvullen, aftappen enzovoort

Onder bijvullen, aftappen, verversen enzovoort worden werkzaamheden verstaan die ten doel hebben het herstellen van de juiste hoeveelheid en samenstelling bij proces- en hulpstoffen. Teneinde aan te geven op welke wijze men het aantal acties kan verminderen, hieronder enkele voorbeelden. Er is hierbij steeds getracht te werken volgens het stramien "deelfunctie nodig, deelfunctie door andere component, andere werkwijze component, automatiseren actie."

- Verminderen van het bijvullen resp. verversen van ketelwater, accuzuur, koel- en smeermiddelen enzovoort met als voorbeelden:
 - Onderhoudsarme accu's door het aanbrengen van een laag antimoon (materiaal);
 - Onderhoudsvrije accu's door het toepassen van Nikkel-Cadmium (werkwijze, materiaal);
 - Automatisch bijvullen van bijvoorbeeld lood-accu's door het toepassen van een hulpcomponent.
- Verminderen van het aftappen van water uit stoom, lucht uit water, bezinksel uit vloeistof enzovoort door:
 - Leidingen op afschot te leggen, waardoor op minder plaatsen afgapt hoeft te worden (materiële structuur);
 - Het ontwateren van stoomleidingen met condenspotten (hulpcomponent, figuur 4);
 - Het ontlichten van C.V.-leidingen met een automatische ontluchter of drukvat (hulpcomponent).

Beperk smeren

Onder smeren verstaat men werkzaamheden met het doel om door toevoeging van een

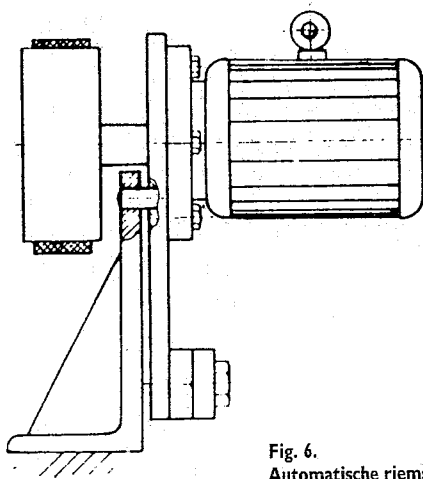


Fig. 6. Automatische riemspanner

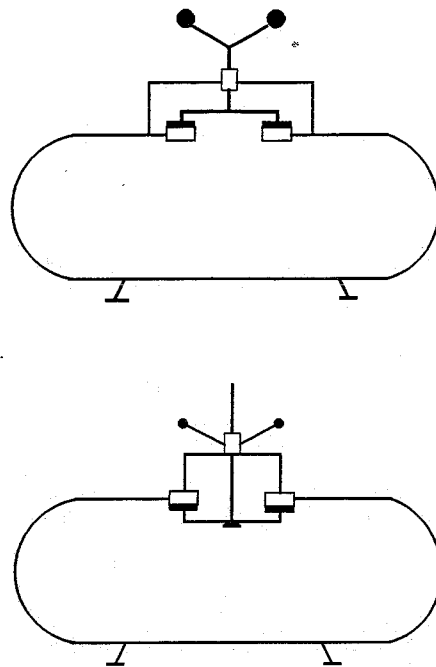


Fig. 7. Zelfafdichtend mangatdekseel

smeermiddel in de vorm van vet, olie enzovoort:

- Slijtage te beperken tussen bewegende vlakken (glijdend of rollend);
 - Aantasting, bijvoorbeeld in de vorm van corrosie, tegen te gaan;
 - Het binnendringen van vuil te verhinderen.
- Onderstaand enkele voorbeelden die weer-geven op welke wijze men het aantal smeeracties aan een object kan beperken:
- Het vermijden van (glijdend) contact, bijvoorbeeld door het toepassen van een magneetlager, een elastisch scharnier of een silentbloc (voor alle drie andere werkwijze);
 - Het kiezen van materiaalparingen die geen smering behoeven, bijvoorbeeld staal op kunststof in wissels (materiaal);
 - Het kiezen van metallische of keramische materialen die voor de gehele levensduur met smeermiddel zijn gevuld, bijvoorbeeld lagers in textielmachines (bouwwijze, materiaal);
 - Het kiezen van gesloten constructies die voor de gehele levensduur met smeermiddel zijn gevuld, bijvoorbeeld afgedichte wentellagers, met vet gevuld (bouwwijze, materiaal);
 - Het gebruiken van procesvloeistof als smeermiddel, bijvoorbeeld water in een C.V.-pomp (hulpcomponent, werkwijze, figuur 2.5);
 - Het aanbrengen van een automatische smeerinstallatie, bijvoorbeeld bij gereedschapswerktuigen (hulpcomponent).

Beperk nastellen

Onder na- of bijstellen verstaat men werk-

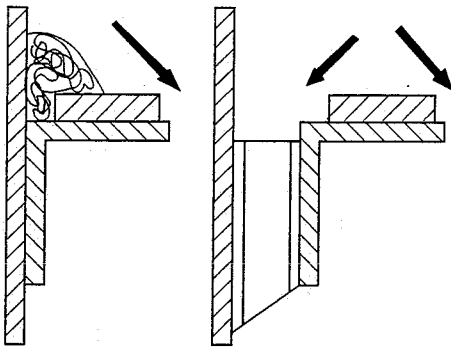


Fig. 8.
Dode hoeken bij geleiding bladvanger

zaamheden ter compensatie van:

- Slijtage, bijvoorbeeld van remvoering enzovoort. Compensatie van slijtage vindt men bijvoorbeeld bij zelfnastellende koppelingen, remmen enzovoort;
- Blijvende vervorming, zoals rek van kabels, snaren, riemen enzovoort, het zetten van boutverbindingen, of het inklinken van pakkingen. Compensatie van rek van riemen of snaren kan bijvoorbeeld door het toepassen van automatische riemspanners (hulpcomponent, figuur 6), het inklinken van pakking bij een mangat kan bijvoorbeeld worden gecompenseerd met een zelfafdichtend mangatdeksel (materiële structuur, figuur 7).

Beperk reinigen

Onder reinigen verstaat men werkzaamheden ter verwijdering van:

- Afzettingen die gecontroleerd zijn opgevangen met het doel de goede samenstelling van proces- en hulpstoffen te handhaven.
- Afzettingen die als aangroeiingen, bezinkingen enzovoort ongecontroleerd optreden op wanden, in dode hoeken en dergelijke, en die:
 - De goede werking van het object belemmeren, bijvoorbeeld door het vergroten van de weerstand (bijvoorbeeld bij warmtewisselaars);
 - De goede staat van het object in gevaar brengen, bijvoorbeeld door bevordering van corrosie (bijvoorbeeld bij pijpen met een agressief medium).

Reinigen kan gebeuren door spoelen, opkoken, spuiten, schrapen, bikken, borstelen, trillen, kloppen enzovoort.

Gecontroleerde afzettingen zijn functioneel en als zodanig dan ook niet te voorkomen. Men kan de schoonmaakactie echter trachten te automatiseren, bijvoorbeeld door een filterset automatisch om te laten schakelen en het terugspoelen voor vloeistofstromen (hulpcomponent), of door het toepassen van

een zelfreinigend doekenfilter voor gassen (hulpcomponent).

Ongecontroleerde afzettingen kan men proberen te voorkomen door:

- Het toepassen van gladde materialen waaraan zich geen vuil hecht (bouwwijze, materiaal);
- Het vermijden van zakken en dode hoeken, zodat vuilverzameling wordt tegengegaan (materiële structuur, figuren 8 en 9);
- Het toevoegen van dopes (hulpcomponent) aan smeerolie, koelwater enzovoort, waardoor de eigenschappen hiervan zodanig veranderen dat afzetten wordt vermeden;
- Het inbouwen van filters, waardoor ongecontroleerde afzettingen gecontroleerd worden (hulpcomponent).

Beperk conserveren

Onder conserveren verstaat men werkzaamheden met het doel een beschermende laag aan te brengen die mechanische en/of chemische aantasting van een object of zijn componenten tegengaat, zoals schilderen, spuiten, invetten, impregneren enzovoort. In principe kan men hierbij streven naar materialen die geen bescherming nodig hebben; zo kan corrosie wellicht worden vermeden door het toepassen van roestvast staal, kunststoffen enzovoort (bouwwijze, materiaal).

Het tweede doel dat men na kan streven is het gebruik van duurzame beschermingsmiddelen, zodat men weliswaar een beschermende laag dient aan te brengen, doch dit minder frequent hoeft te herhalen (hulpcomponent, materiaal).

Een derde invalshoek is het verlagen van de slijtagesnelheid van de beschermende laag middels een goede vormgeving van de componenten. In dit verband dient men met name scherpe randen bij verfwerk te vermijden (bouwwijze, vorm, figuur 10).

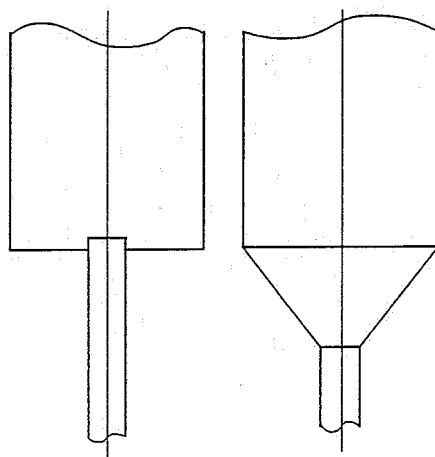


Fig. 9.
Uitloop van een opslagvat

Tenslotte kan men aantasting van objecten tegen trachten te gaan door het toepassen van bijvoorbeeld kathodische bescherming, zoals dat bij leidingen en met name bij schepen het geval is (hulpcomponent).

Conclusies

Samenvattend kan over ontwerpen op preventievrijheid worden geconcludeerd dat het verminderen van de behoefte aan preventief onderhoud van een technisch object op twee manieren kan worden bereikt, namelijk door:

- Het beperken van de behoefte aan verzorging door:
 - Te streven naar minder componenten, onder het motto dat afwezige componenten geen verzorging nodig hebben;
 - Te streven naar componenten die weinig of geen verzorging vragen, bijvoorbeeld door het toepassen van een:
 - Werkwijze die geen smering vergt;
 - Materiaal dat niet hoeft te worden geschilderd;
 - Het automatiseren van de resterende acties door het toepassen van hulpcomponenten.
- Het beperken van de behoefte aan preventief herstel. Zoals reeds is gezegd zal dit onderwerp in het artikel over ontwerpen op bedrijfszekerheid worden besproken.

Men dient zich als ontwerper/onderhouder goed te realiseren dat verhoging van de preventievrijheid in het algemeen slechts zin zal hebben indien hierdoor de bedrijfszekerheid niet wordt verlaagd. Dit houdt onder andere in dat toegevoegde hulpcomponenten zelf een hoge preventievrijheid en bedrijfszekerheid moeten bezitten.

Beoordelingslijst Ontwerp – Preventievrijheid

In de onderhoudsanalyse [1] en het onderhoudsgunstige ontwerp [5] is reeds het gebruik van beoordelingslijsten besproken. De beoordelingslijst Ontwerp – Preventievrijheid is één van de beoordelingslijsten welke zijn opgenomen in het verslag NVDO 1983/2, "Onderhoudsbewust ontwerpen in de werktuigbouw", Deel II – Beoordelingslijsten [6]. De beoordelingslijst Ontwerp – Preventievrijheid heeft als doel om in een zo vroeg mogelijk stadium van het ontwerpen het ontwerp op het aspect preventievrijheid te toetsen en zo nodig en mogelijk aan te passen aan de te verwachten gebruiksomstandigheden. In den regel betekent dit dat deze beoordelingslijst reeds in de fase van het voorontwerp kan worden toegepast. Zoals reeds in de onderhoudsanalyse [1] is uiteengezet, heeft de beoordelingslijst Ontwerp – Preventievrijheid, als onderdeel van de uni-

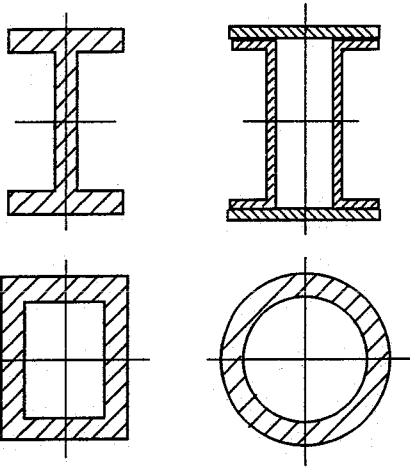


Fig. 10. Vermijden scherpe hoeken via profielkeuze

versele beoordelingslijst, het nadeel van de omang en het ontbreken van een objectgerichtheid. Het ontwikkelen en vervolgens gebruiken van uit deze universele lijsten af te leiden verbijzonderde lijsten is dan ook zeker aan te bevelen [7].

Ter illustratie geven we enkele aanbevelingen uit de lijst "Ontwerp - Preventievrijheid":

6.0 Algemeen

6.0.1 Positieve en negatieve ervaringen met betrekking tot preventieve acties aan soortgelijke objecten zijn verwerkt in het ontwerp.

6.1 Inspecteren en controleren

6.1.1 Er is gedacht aan het invoeren van visuele of akoestische signaleringen.

6.2 Bijvullen en aftappen

6.2.1 Er zijn componenten gekozen die hun gehele gebruiksduur toe kunnen met de aanwezige vulling.

6.3 Smeren

6.3.1 Men heeft er naar gestreefd glijdend contact te vermijden.

6.4 Beperk de behoefte aan nastellen

6.4.1 Men heeft een modulaire opbouw overwogen, waarbij slechts instellen binnen het moduul plaatsvindt.

6.5 Beperk de behoefte aan preventief vervangen en repareren

6.5.1 De volgende mogelijkheden zijn overwogen:

- verminderen van de belasting;
- verhogen van de belastbaarheid van de component;
- toepassen van redundante componenten.

6.6 Beperk de behoefte aan reinigen

6.6.1 De plaatsen waar zich vuil gecontroleerd verzameld (b.v. filters) zijn voldoende groot bemeten.

6.7 Beperk de behoefte aan conserveren
6.7.1 Waar mogelijk heeft men materialen gekozen die niet worden aangetast of waarvan het oppervlak conserverend werkt (b.v. aluminium).

Literatuur

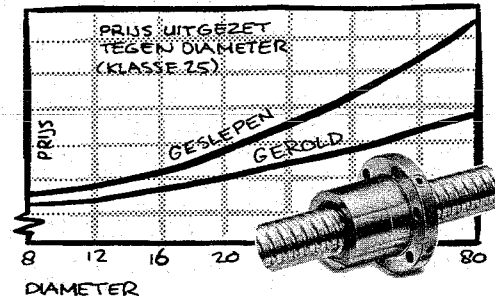
[1] Hankmann, W., Analyse helpt constructeur onderhoudsbewust ontwerpen, i-Kwadraat Werktuigbouwkunde, 1991 nr. 1, deel (1), p. 44-48, 1991 nr. 2, deel (2), p. 37-42, 1991 nr. 3, deel (3), p. 18-21.
[2] Hankmann, W., Onderhoudsbewust ontwerpen, eerste stappen in het proces, i-Kwadraat Werktuigbouwkunde, 1991 nr. 9, p.
[3] Hankmann, W., Collegediktaten Terotechniek I en 2, Technische Universiteit Eindhoven, oktober 1990.
[4] Hankmann, W., Onderhoudsverbetering: van probleem tot oplossing, i-Kwadraat Werktuigbouwkunde, 1991 nr. 5, p. 17-21.
[5] Hankmann, W., Onderhoudsunstig ontwerp in tien geboden te vatten, i-Kwadraat Werktuigbouwkunde, 1991 nr. 10, p.
[6] Onderhoudsbewust ontwerpen in de werktuigbouw, deel II, Beoordelingslijsten, NVDO-rapport 1983/2, Vereniging t.b.v. Technische en Onderhoudsdiensten, 's-Gravenhage, maart 1983.
[7] Brussel, H. van, werkgroep checklists NVDO, Onderhoudschecklists, Ontwikkeling en toepassing, Doelmatige bedrijfsvoering, nr. 5, mei 1991, pag. 4 t/m 8.

Summary

Maintenance-aware designing starts with designing for the rate of preventive maintenance. In order to do this, a habit of thought will be developed. This model means to minimize the number of preventive maintenance actions we can expect. This leads to the following two statements: reduce the need for care and reduce the need for preventive repair. The second item will be discussed in the next publication. The preventive model consists of the actions: inspection, fill(up), grease, regulate, clean and preserve. Those we can fill in the solution field. Using this field we can discover alternative solutions by brainstorming.

advertentie

GEROLD



"Dat is het leuke van het Star assortiment. Je kunt mensen aangenaam verrassen. Laatst moest iemand een spindel hebben. Volgens hem moest het een geslepen spindel zijn, want nauwkeurigheidklasse 25 werd vereist.

Ik schets hem het probleem: zo'n spindel is fors aan de prijs en heeft een lange levertijd. Maar de oplossing had ik ook:

STAR KOGELOMLOOPSPINDELS, nauwkeurigheidklasse 25, zijn er ook in gerolde uitvoering. Dat was inderdaad een verrassing. Veel goedkoper bovendien. Snel leverbaar." (Daan Jocker, produktspecialist Koch Kleeberg.)

STAR IS LINEAIR DE OPLOSSING



KOCH KLEEBERG B.V. 03240-20504