

S A Journal of Industrial Engineering, Vol 3, No 2, December 1989 pp 47-61

**MISSIE - ANALISE
EN
STEUNBAARHEID**

Heinrich Kleinschmidt (Pr. Ing)

en

Paul S Kruger

Departement Bedryfs- en Sisteemingenieurswese

Universiteit van Pretoria

Pretoria

Suid-Afrika

OPSOMMING

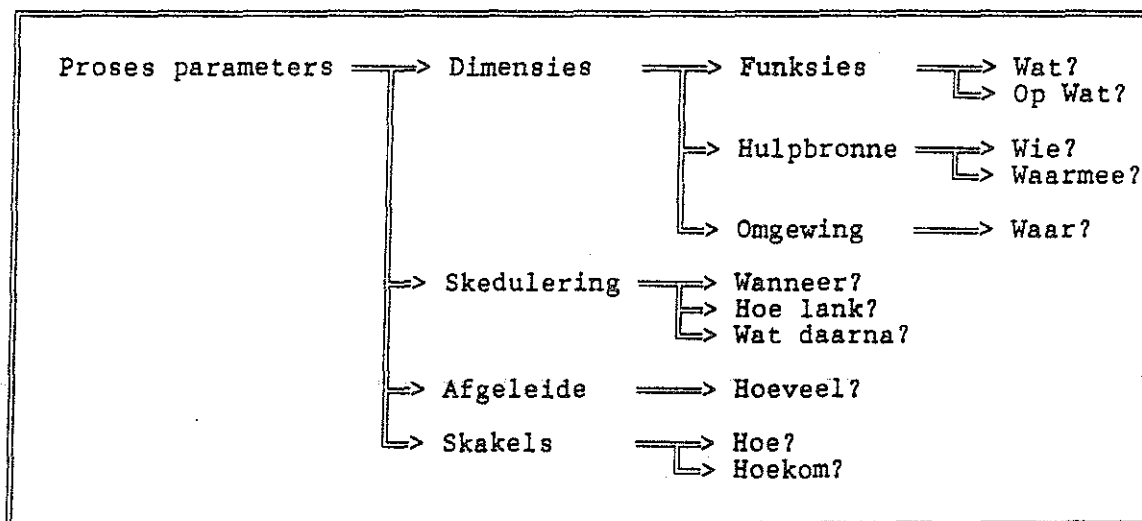
Die konsepte van missie-analise en steunbaarheid word vanuit die eerste beginsels van prosesse beskou en die koppelvlak tussen die twee konsepte word bespreek.

ABSTRACT

The concepts of mission analysis and supportability are considered from the first principles of processes and the interface between the two concepts are discussed.

1. INLEIDING

Uitgaande vanaf eerste beginsels kan enige proses beskou word as bestaande uit sekere parameters wat arbitrêr saam gegroepeer kan word soos volg :



Figuur 1 Prosesparameterverwantskap

Die redes vir die spesifieke groepering kan soos volg gestel en gemotiveer word :

1.1 Dimensies

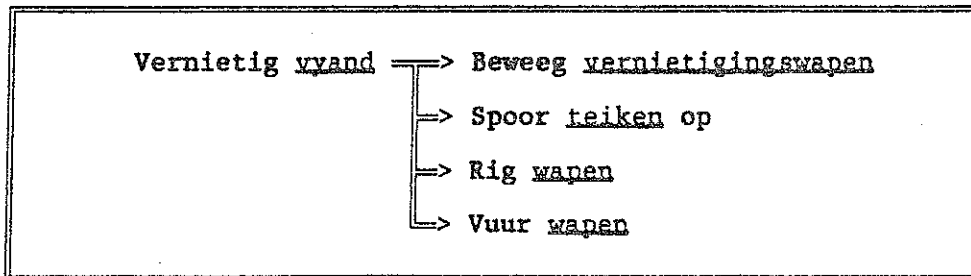
Elkeen van die parameters wat as dimensies gedefinieer word is 'n deel van 'n spesifieke vlak van 'n hiërargiese afbraak. 'n Hiërargiese afbraak is 'n samegroepering van elemente volgens 'n arbitrêr gekose verwantskap van lidmaatskap en is slegs 'n afgeleide vanuit die wiskundige versamelingsleer. Resolusie is direk gekoppel aan hiërargiese afbraake en het betrekking op die hoeveelheid en detail van data waarmee gewerk word.

1.1.1 Funksies

Die twee parameters van hierdie dimensie verskaf die doelwit van die proses, byvoorbeeld vernietig vyand, vlieg vliegtruig, bestuur voertuig, ensovoorts. Die funksie sal dus normaalweg soos volg geïdentifiseer kan word :

"Wat" moet "op wat" gedoen word ?

So 'n spesifieke funksie is deel van 'n afbraak in terme van laer vlak funksies waaruit so 'n funksie bestaan. Laer vlak funksies van die voorbeeld, "vernietig vyand", kan byvoorbeeld die volgende wees :



Figuur 2 Laer vlak funksies

In wiskundige terme kan dit soos volg gestel word :

(Beweeg wapen, spoor teiken op, rig wapen, vuur wapen) ∈
(vernietig vyand)

Die hoër vlak funksie sal ook die behoefte in terme van die laer vlakke wees. Hieruit volg dat in die algemeen 'n behoefte slegs deur funksies bevredig kan word en dat elkeen van die funksies 'n behoefte vir verdere laer vlak funksies is.

1.1.2 Hulpbronne

Hierdie twee parameters verteenwoordig dit wat uit die omgewing verkry en bedryf moet word sodanig dat die doelwitfunksie, en dus die hoër vlak behoefte, bevredig word. Indien dit nie vrylik in die omgewing beskikbaar is nie moet dit aangeskaf word met behulp van 'n moontlik komplekse proses met funksies soos ontwikkel, ontwerp en vervaardig hulpbron. Die verskillende hiërargieë waaraan die hulpbronne kan behoort is legio maar nietemin logies. In terme van die vorige funksies kan die hulpbronne gesien word as 'n vlieënier (wie) en 'n vliegtuig (waarmee) wat die vernietigingswapen moet beweeg ten einde die vyand te vernietig. Soortgelyk mag dit ook 'n bestuurder (wie) met sy gepantserde voertuig (waarmee) wees en nog vele meer.

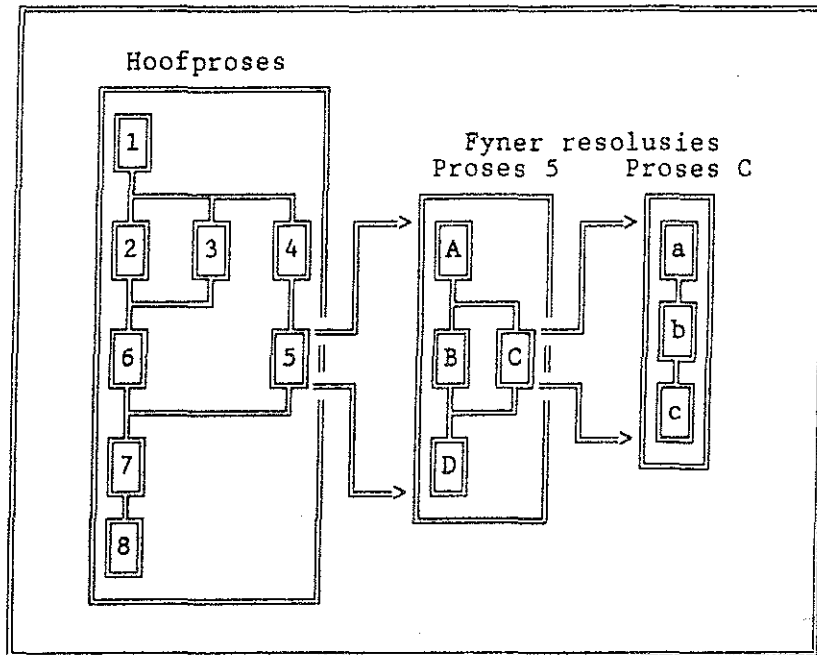
1.1.3 Omgewing

Hierdie parameter kan byvoorbeeld geografies van aard wees, maar sluit ook alle ander prosesse in wat 'n invloed op die doelwitproses mag hê, byvoorbeeld stof wat waai. Provinsies is een voorbeeld van die afbraak wat op hierdie parameter van toepassing mag wees.

1.2 Skedulering

Die "wat daarna" parameter skep die vloei-netwerk van prosesse terwyl die "wanneer" en "hoe lank" parameters die koppeling na die tydsdimensie bewerkstellig. Die "wat daarna" het tot gevolg dat prosesse of in parallel of in serie gedoen kan word. Prosesse sal gewoonlik in serie gedwing word as die uitset van een proses benodig word as inset vir 'n ander proses. Aangesien die dimensies van 'n proses hiërargies van aard is, volg dit dat verskillende prosesse ook hiërargies van aard is, maar hulle is ook terselfdertyd in vloei-netwerke gekoppel. Die koppeling kan soos volg voorgestel word, waar :

(proses 1,.....,proses 8) ∈ hoofproses,
(proses A,.....,proses D) ∈ proses 5 en
(proses a,.....,proses c) ∈ proses C.



Figuur 3 Geneste vloeiwerk

1.3 Afgeleide

Hierdie parameter is van toepassing op al die ander parameters, byvoorbeeld hoeveel hulpbronne is nodig om hoeveel van die funksie, in hoeveel effekte van die omgewing teweeg te bring, in hoeveel tyd en hoeveel van die "wat daarna" word benodig. Die "afgeleide" vorm ook die skakel na die ander prosesse wat benodig word vir 'n kubernetiese stelsel van prosesse.

1.4 Skakels

Wanneer hierdie parameters as vroe gebruik word, vorm hulle die skakels tussen die behoefte, of hoër vlak funksie, en die funksies wat benodig word vir die bevrediging van die behoefte. Die vorige funksies kan weer as voorbeelde gebruik word, soos volg :

Hoekom moet die vernietigingswapen beweeg word ?

Om die vyand te vernietig.

Hoe kan die vyand vernietig word ?

Deur die vernietigingswapen te beweeg, die teiken op te spoor, ens.

2. KUBERNETIESE PROSESSE

Om 'n volledige kubernetiese proses te verkry, word die volgende subprosesse benodig :

Doelwitprosesse :

Hierdie proses is die wat verrig moet word om die spesifieke behoefte te bevredig.

Regstellingsprosesse :

Hierdie proses is die wat verrig moet word om te verseker dat die doelwitprosesse wel die doelwit bereik en kan verder afgebreek word soos volg :

Standaard-prosesse :

Hierdie proses stel die standaard waaraan die doelwitprosesse moet voldoen, sodat dit later gemeet kan word om afwykings of degradering te identifiseer.

Meetprosesse :

Hierdie proses moet die werklike stand van al die parameters van die doelwitproses meet. Die standaard- en meetprosesse is dus direk gekoppel aan die "hoeveel" van die doelwitproses.

Besluitnemingsprosesse :

Hierdie prosesse evalueer die werklike stand soos gemeet teenoor die standaarde en bepaal of 'n afwyking voorgekom het en hoe dit reggestel moet word.

Instandhoudingsprosesse :

Hierdie prosesse word gebruik wanneer 'n afwyking wel voorgekom het en die parameters van die doelwitproses word na die oorspronklik toestand teruggeplaas.

Aanpassingsprosesse :

Hierdie prosesse word gebruik wanneer 'n afwyking wel voorgekom het, maar dit is as gevolg van 'n behoefte op 'n spesifieke vlak wat verander het. Die hulpbronne betrokke by die spesifieke funksies moet dus aangepas word.

Indien die doelwit van die artikel uit hierdie oogpunt beskou word, kan die volgende twee funksies geïdentifiseer word naamlik, beïnvloed steunbaarheid en analiseer missie.

Indien die skakels gemanipuleer word, kan die funksionele verwantskap met gerief verkry word soos volg :

"Hoekom" moet die missie geanaliseer word ?

Om die steunbaarheid te beïnvloed.

"Hoekom" moet die steunbaarheid beïnvloed word ?

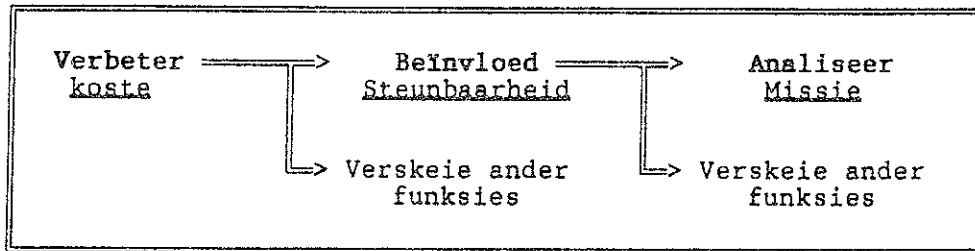
Moontlik om koste te verbeter.

"Hoe" kan die steunbaarheid beïnvloed word ?

Deur onder andere die missie te analiseer.

"Hoe" kan die missie geanaliseer word ?

Die volgende behoefte/funksieverwantskap kan dus opgestel word :



Figuur 4 Behoefte/funksieverwantskap

Ten einde die vraag, "Hoe" kan die missie geanaliseer word, te beantwoord, in wese die doelwit van hierdie artikel, is dit nodig om die begrip "steunbaarheid" van nader te ondersoek.

3. STEUNBAARHEID

3.1 Die belangrikheid van steunbaarheid

Veronderstel, in die geval van 'n nasionale weermag, dat 'n behoefte bestaan om die vyand te vernietig. Verskeie funksies word benodig om hierdie behoefte te bevredig. Die funksies word verrig deur verskeie hulpbronne, hoofsaaklik produkte, wat uit 'n komplekse hiërargie van laer vlak hulpbronne mag bestaan. Elke laer vlak hulpbron verrig sy eie funksie om gesamentlik die saamgestelde hoër vlak funksie te verrig. Hierdie hulpbronne is meesal onderworpe aan een of ander verouderingsfunksie, waarvan die volgende moontlike voorbeelde is :

- word vuil (vervuil) bv. smeermiddels
- word opgebruik (verbruik) bv. brandstof, bande
- word bros (verbros) bv. meeste rubberprodukte
- word bleek (verbleik) bv. verf
- slyt bv. meeste meganiese produkte
- brand uit bv. meeste elektroniese produkte
- skeur bv. meeste rekstielprodukte

Indien 'n hulpbron nie onderworpe is aan 'n verouderingsfunksie nie, is geen ondersteuning waarskynlik nodig nie.

3.2 Die effek van die verouderingsfunksie

Die verouderingsfunksie degradeer die vermoë van 'n spesifieke hulpbron om sy doelwitfunksie te verrig. Hierdie veroudering mag geleidelik of skielik voorkom, met 'n ooreenstemmende effek op die samevoeging van die hoër vlak funksies om op elke vlak 'n spesifieke behoefte te bevredig. 'n Spesifieke funksie op 'n spesifieke vlak van resolusie sal dus nie meer ten volle verrig kan word nie, en dit sal 'n spesifieke effek hê op die totale funksie van die produk. Afhangende van die graad van degradasie van die hoogste funksie wat aangetas word, sal een of ander proses uitgevoer moet word om die hulpbron na sy oorspronklike konfigurasie terug te plaas, ten einde sy doelwitfunksie ten volle te kan verrig. Hierdie regstellingsprosesse staan bekend as steun. Indien die funksie van 'n hulpbron nie verrig word nie, en dit het geen effek op die hoogste vlak funksies nie, is ondersteuning waarskynlik nie nodig nie.

3.3 Die werking van die verouderingsfunksie

Meeste van die verouderingsfunksies is direk gekoppel aan die doelwitfunksie. Dit wil sê, hoe meer die doelwit funksie verrig word hoe groter is die invloed van die verouderingsfunksie. Die verouderingsfunksie kan dus as 'n teenfunksie vir die doelwitfunksie beskou word. Dit is dus van belang om vas te stel "wanneer" en "hoeveel" die doelwitfunksie verrig word, en in terme van tyd vir "hoe lank".

Byvoorbeeld:

Wat is die funksie van brandstof ? Dit verskaf energie deur ontbranding. Hoe meer brandstof ontbrand hoe meer brandstof word verbruik. Nietemin word brandstofverbruik, van byvoorbeeld 'n voertuig, dikwels in terme van kilometers afgelê gemeet en beoordeel. Hierdie aksie is slegs geldig indien aangeneem word dat die voertuig onder sekere spesifieke toestande bedryf word.

Soortgelyk, wat is die funksie van bande ? Dit verskaf, in die geval van byvoorbeeld 'n vliegtuig, landing en rol. Hoe meer die bande land en rol hoe meer word bande verbruik. Nietemin word bandverbruik soms in terme van vliegure gemeet en beoordeel. Weereens is dit slegs geldig indien sekere spesifieke bedryfstoestande van die vliegtuig aanvaar word.

Sommige verouderingsfunksies is direk aan die omgewing gekoppel. Verskeie prosesse word deur ander prosesse teen die moontlike invloed van die omgewing beskerm. 'n Eenvoudige voorbeeld is om die lug te filter ten einde die silinders van 'n binnebrandenjins, wat help om brandstof te ontbrand, te beskerm teen stof uit die omgewing. 'n Verdere voorbeeld is om pantser te gebruik om spesifieke uitrusting teen die effek of funksie van ballistiese wapens te beskerm. Die verouderingsfunksie werk dus in teen die proses self of die beskermingsproses om die funksie van die proses te degradeer. Dit behoort duidelik te wees dat die omgewing moontlik 'n baie sterk invloed op die teenfunksies van die vorige paragraaf het. Die prosesparameter wat dus hier belangrik is, is die "waar", wat gesien kan word as die geografiese plek, sowel as die effekte wat in daardie omgewing voorkom.

Van uiterste belang is dat vantevore 'n spesifieke funksie hoofsaaklik deur 'n enkele hulpbron verrig is en die hulpbron slegs die een funksie gehad het om te verrig. Met hedendaagse produkte is dit egter nie noodwendig meer die geval nie. 'n Spesifieke hulpbron kan 'n verskeidenheid van funksies verrig, byvoorbeeld, 'n elektriese kragbron wat drywing aan twee of meer ander hulpbronne verskaf asook 'n aanboord rekenaarstelsel. 'n Spesifieke funksie kan soortgelyk deur meer as een hulpbron verrig word, byvoorbeeld, die geval van aktiewe of bystands-oortolligheid. 'n Spesifieke hiërargiese afbraak kan dus nie meer noodwendig hulpbronne en funksies adresseer nie, wat die identifikasie van die hulpbron wat 'n spesifieke funksionele falings veroorsaak uiters bemoeilik. Die probleem kan hanteer word deur 'n aparte funksionele en aparte hulpbronaafbraak te gebruik en integrasie te bewerkstellig deur die afbrake op 'n prosesvlak deur middel van vloei-netwerke te koppel.

Die begrip "steunbaarheid" kan derhalwe soos volg saamgevat word :

'n Spesifieke behoefte bestaan. Sekere funksies word benodig om hierdie behoefte te bevredig. Sekere mense en produkte word as hulpbronne gebruik om die funksies te verrig, binne 'n sekere omgewing (doelwitprosesse). Verskeie verouderingsfunksies werk in op die funksies totdat die funksie sodanig gedegradeer is dat dit 'n nadelige effek op die hoogste vlak funksies het (standaard- en meetprosesse). 'n Behoefte ontstaan om die funksies na hul oorspronklike toestand terug te plaas (instandhoudingsprosesse). Afhangende van die risiko verbonde aan die faling van 'n spesifieke funksie kan die behoefte ook gekoppel word aan spesifieke metings soos vliegure, kalendertyd, ensovoorts. Die behoefte word deur sekere funksies bevredig. Uitvoering van die funksies benodig weer sekere hulpbronne soos byvoorbeeld onderdele, mannekrag, fasiliteite en toetsuitrusting.

Dit is van belang op daarop te let dat die hulpbronne die enigste prosesparameters is wat opsigself kostegenererend is (wie en waarmee).

4. MISSIE-ANALISE

4.1 Die nodigheid van missie-analise

Missie-analise is hoofsaaklik nodig om die steunbaarheid van die totale produk te bepaal. Die steunbaarheid bepaal direk "hoe lank" dit sal neem om die funksie in sy oorspronklike toestand terug te plaas en "wanneer" dit gaan gebeur. Wanneer die degradasie plaasvind en terwyl die regstellingsfunksies uitgevoer word, is die funksies van die produk nie beskikbaar nie en die behoefte kan dus nie bevredig word nie. Die hulpbronne wat benodig word vir die doelwitfunksies sowel as die regstellingsfunksies kan dikwels slegs teen hoë koste bekom word. As gevolg van die lang leeftyd van hedendaagse produkte is die koste van die regstellingshulpbronne meesal heelwat hoër as die van die doelwithulpbronne en dus behoort meer op die regstellingshulpbronne gekonsentreer word.

4.2 Die missie-analisesproses

Die missie-analisesproses is 'n redelike komplekse proses en daar sal slegs op 'n growwe vlak van resoluksie en die basiese beginsels wat van toepassing is, gekonsentreer word. Uit paragraaf 4.1 volg dit dat 'n missie-analise hoofsaaklik betrekking het op die doelwitfunksies van 'n spesifieke produk, maar dat dit direk gekoppel moet kan word aan 'n analise van die steunbaarheid of 'n Logistieke Steun Analise (LSA).

Die belangrike parameters van 'n missie-analise is dus soos volg :

Eerstens moet die behoefte bepaal word sodat die funksies wat benodig word om dit te bevredig afgelei kan word. Vir die spesifieke funksies moet die hulpbronne, wat die funksies kan verskaf, geïdentifiseer word. Indien meer as een hulpbron dieselfde funksies kan verskaf moet dit geoptimeer word in terme van die beperkings en kriteria wat van toepassing is, sowel as die beste koste-tot-funksie-verhouding. Die hulpbronne sluit ook die mense in. As gevolg van die verouderingsfunksies moet die "wanneer" en "hoeveel" ook bepaal word om 'n waarskynlikheid te bepaal van wanneer die funksie gedegradeer gaan wees. Die omgewing "waar" die funksie verrig word moet ook bepaal word. Die volgorde van die prosesse moet bepaal word, omdat die uitset van een proses benodig word as inset vir 'n volgende serie-proses. Die volgorde sal dus 'n aanduiding gee van die effek wat 'n spesifieke degradasie sal veroorsaak op die hoër vlakke.

In kort kan dit dus saamgevat word soos volg :

Missie-analise behels die analise van al die parameters van al die prosesse wat uitgevoer word soos voorgeskryf deur die basiese beginsels van prosesse.

Van uiterste belang is egter dat die analise op 'n spesifieke vlak van resolusie volledig uitgevoer word, voordat die resolusie sistematies verfyn word deur die "hoe" skakel te gebruik. Dit behoort dus duidelik te wees dat 'n missie-analise van die aanvang van 'n projek uitgevoer moet word en soos wat konsepte uitgeklaar word, word die resolusie verder verfyn. Die missie-analise kan egter eers gestaak word wanneer die spesifieke produk uitgefaseer word. Gedurende die totale leeftyd van die projek sal slegs die resolusie waarop daar gewerk word deurentyd verskil.

Indien 'n missie-analise uitgevoer is, behoort die koppelings, soos bespreek, met 'n hoë mate van sekerheid vasgepen te wees en kan die metings dus uitgevoer word. Indien die missie-analise egter nie 'n koppeling met 'n hoë mate van sekerheid kan uitwys nie, sal dit baie gevaarlik wees om metings te standardiseer na een tipe meting.

Vir meer detail oor hoe 'n missie-analise gedoen kan word, kan [1] geraadpleeg word.

5. KOPPELVLAKKE

Uit die vorige besprekings behoort dit duidelik te wees dat 'n missie-analise direk betrekking het op die doelwitprosesse van 'n spesifieke produk, terwyl 'n Logistieke Steun Analise direk betrekking het op die regstellingsprosesse van die spesifieke produk. Die funksie wat hierdie twee aktiwiteite aan mekaar koppel is die verouderingsfunksies wat op die hulpbronne (wie en waarmee) van die doelwitprosesse inwerk om die funksie (wat en op wat) te degradeer tot die effek daarvan onaanvaarbaar is waarna die instandhoudingsprosesse in werking tree. By wyse van 'n samevatting kan die volgende koppelvlakke uit die basiese beginsels na die ander meer algemeen bekende konsepte dus afgelei word :

- Vermoë :** Het betrekking op die doelwitfunksies (wat en waarop) en "hoeveel" verrig kan word.
- Beskikbaarheid :** Het betrekking op die "wanneer" en "hoe lank" die doelwitfunksies beskikbaar is om verrig te kan word.
- Betroubaarheid :** Het betrekking op die verouderingsfunksies wat inwerk op die doelwithulpbronne en is dus direk gekoppel aan die "wanneer", "hoe lank" en "waar" van die doelwitprosesse.
- Vertroubaarheid :** Is in basiese beginsels dieselfde as beskikbaarheid, maar word meer spesifiek gekoppel aan die missie self.
- Instandhoubaarheid :** Het betrekking op al die parameters van die regstellingsprosesse, met spesifieke klem op die "hoe lank".

Ergonomika :

Het betrekking op die vermoë en die betroubaarheid van die "wie" hulpbron in samewerking met die begrippe wat gewoonlik slegs in terme van die "waarmee" hulpbronne gesien word. Die verouderingsfunksies van die "wie" hulpbron is ook in terme van teenfunksies (fisiese moegheid as gevolg van inspanning en konsentrasie) en omgewingseffekte (swak lig, vibrasie, versnellings, ensovoorts).

6. VERWYSINGS

KLEINSCHMIDT H, 1988, "Computer assisted integration of complex processes", Ongepubliseerde PhD-proefskrif, Departement Bedryfs- en Sisteemingenieurswese, Universiteit van Pretoria, Pretoria.
