

# **Levensduurkosten op gebouwniveau. Een rekenvoorbeeld in de praktijk**

Ir. J. A. G. Dukers

1.	Inleiding	M4025- 3
2.	Levensduurkosten in de industriële utiliteits- bouw	M4025- 7
2.1.	Korte beschrijving van de vergeleken gebouwen	M4025- 7
2.2.	Levensduurkosten	M4025- 9
2.2.1.	Bouwkosten	M4025- 9
2.2.2.	Exploitatiekosten	M4025-10
2.2.3.	Kosten einde levensduur	M4025-11
2.3.	Levensduurkostenberekening gebouwen	M4025-11
3.	Conclusies naar aanleiding van de berekenin- gen	M4025-13
4.	Literatuur	M4025-13



## 1. Inleiding

Tot op de dag van vandaag worden beslissingen om een gebouw te realiseren in de regel genomen op basis van de initiële investeringskosten.

Is de beslissing eenmaal genomen, dan wordt daarna vaak geen rationele keuze gemaakt voor het soort en type gebouw.

Al enkele tientallen jaren geleden is de roep ontstaan niet alleen de initiële kosten bij het keuzeproces in beschouwing te nemen, maar tevens de jaarlijkse kosten voor de exploitatie van het gebouw bij de besluitvorming te betrekken. Toch worden berekeningen waarbij zowel de initiële kosten als de jaarlijkse kosten worden betrokken in de initiatieffase van het bouwproces zelden gemaakt.

Het totaal van initiële kosten en exploitatiekosten gedurende de gehele levensduur van een gebouw of een gebouwelement wordt levensduurkosten genoemd, in Engelse termen Life Cycle Costs.

Het feit dat levensduurkostenberekeningen nog weinig worden toegepast heeft veel te maken met de onbekendheid voor de toe te passen rekenmethoden enerzijds en de beschikbaarheid van betrouwbare kostenkengetallen met betrekking tot de jaarlijkse exploitatiekosten anderzijds.

De steeds snellere maatschappelijke ontwikkelingen krijgen een steeds grotere invloed op de hoedanigheid van de gebouwen. Vooral in de burgerlijke en industriële utiliteitsbouw wordt de invloed van deze ontwikkelingen steeds duidelijker merkbaar.

Daardoor wordt het toepassen van levensduurkostenberekeningen steeds belangrijker.

De redenen voor de toenemende belangstelling voor levensduurkostenberekeningen van een gebouw of een gebouwelement zijn voor de verschillende marktgebieden in de utiliteitsbouw hieronder puntsgewijs aangegeven:

Industriële utiliteitsbouw:

- Toenemende onzekerheid marktverwachting voor de midden- en lange termijn.
  - Steeds kortere levensduur van productieprocessen.
  - Specifiekere en zwaardere eisen die aan een gebouw worden gesteld.
  - Snellere aanpassingen en wijzigingen van productieprocessen, mede ter verhoging van de efficiency.
- Burgerlijke utiliteitsbouw:
  - Maatschappelijke veranderingen zoals bijvoorbeeld bij kantoorconcepten en thuiswerken.

**M4025-4** Levensduurkosten op gebouwniveau. Een rekenvoorbeeld in de praktijk

- Technologische ontwikkelingen zoals bijvoorbeeld bij banken, onder andere ten gevolge van veranderingen in het betalingsverkeer zoals thuisbankieren.
- Onderhevig aan modeverschijnselen zoals bijvoorbeeld bij winkelconcepten.

Ten gevolge van bovengenoemde ontwikkelingen zijn bij gebouwen de onderstaande trends waarneembaar:

- Gebouwen worden sneller veranderd en aangepast aan nieuwe eisen.
- Er worden steeds zwaardere eisen aan gebouw en gebouwinstallaties gesteld.
- De levensduurcyclus van gebouwen en van gebouwelementen wordt steeds korter.
- De economische levensduur is nu reeds belangrijker dan de technische levensduur.
- De afschrijvingskosten van gebouwen worden steeds hoger, enerzijds door verkorting van de levensduur anderzijds door verzwaring van de eisen die aan het gebouw worden gesteld.

In de tabel van figuur 1 is aangegeven welke eisen aan verschillende, veel voorkomende bouwtypes kunnen worden gesteld.

Speciale eisen te stellen aan gebouwen					
Eisen	Magazijnen	Kantoorgebouwen	Laboratoria	Productiegebouwen	Specifieke productiegebouwen
<i>Mechanische eisen</i>					
• sterkte	+	0	0	0/+	+
• stijfheid	0	0	0	0	+
• trillingsvrij	0	0	0	0/+	+
<i>Bouwfysische eisen</i>					
• luchtvochtigheid	0	0/+	0/+	0/+	++
• temperatuur	0	0/+	0/+	0/+	++
• ventilatie	0	0/+	0/+	0/+	++
<i>Afwerking</i>					
• binnenwanden	0/+	0/+	0/+	0/+	+
• plafonds	0	0/+	0/+	0	+
• dekvloeren	0/+	0	0/+	0/+	+
<i>Speciale bedrijfsvoorzieningen</i>	0	0	+	+	+

Speciale eisen te stellen aan gebouwen					
Brandvoorzieningen	0	0	0/+	0/+	+
Flexibiliteit	0/+	0/+	0/+	+	+

Figuur 1. Speciale eisen te stellen aan gebouwen.

Er treedt een steeds grotere verschuiving op van eenvoudige gebouwen naar hoogwaardige gebouwen. In de tabel van figuur 1 van magazijnen, kantoren en eenvoudige productiegebouwen naar hoogwaardige specifieke productiegebouwen.

Productieprocessen worden daarbij steeds hoogwaardiger terwijl de levensduur van de productieprocessen afneemt.

De productieprocessen verschuiven van continue processen naar discontinue processen.

Een continu productieproces is daarbij gedefinieerd als: „een productieproces met een lange levensduur, waarbij de eisen, die aan het gebouw worden gesteld, tijdens de levensduur ongewijzigd blijven”.

Een discontinu productieproces is gedefinieerd als: „een productieproces met frequente periodieke aanpassingen, waardoor de eisen die aan het gebouw worden gesteld, telkens wijzigen”.

Gebouwen wijzigen daardoor van hoedanigheid, dat wil zeggen dat er in plaats van het bouwen van specifieke gebouwen ten behoeve van één productieproces in het verleden nu steeds meer behoefte bestaat aan het bouwen van een gebouw dat geschikt is voor verschillende productieprocessen, een zogenaamd universeel of multifunctioneel gebouw.

Dit kan worden opgelost door ofwel een specifiek gebouw te bouwen met een korte levensduur of een multifunctioneel gebouw te bouwen dat op een eenvoudige wijze aan te passen is aan de wijzigende productie-eisen.

Een gebouw bouwen met een korte levensduur betekent dat in principe een gebouw kan worden neergezet dat na afloop van de beoogde levensduur, populair gezegd, in elkaar valt.

Een multifunctioneel gebouw kan onder andere worden bereikt door een splitsing te maken in schil/skelet en inbouwpakket en voor beiden een verschillende afschrijvingstermijn te hanteren. In figuur 2 is dit schematisch aangegeven.

**M4025-6** Levensduurkosten op gebouwniveau. Een rekenvoorbeeld in de praktijk

0838-0765

**VERSCHUIVING PRODUCTIEPROCESSEN**

VAN CONTINU  $\longrightarrow$  DISCONTINU

AARD GEBOUW AARD PROCES	AARD GEBOUW	GEEN INBOUWPAKKET	MET INBOUWPAKKET
CONTINUE KARAKTER		SPECIFIEK GEBOUW (lange levensduur)	
DISCONTINUE KARAKTER		SPECIFIEK GEBOUW (korte levensduur gehele gebouw)	MULTIFUNCTIONEEL GEBOUW (schil/skelet Lange levensduur Inbouwpakket kort) of demontabel gebouw

*Figuur 2.*

Kenmerken voor specifieke gebouwen zijn onder andere:

- Het gebouw is traditioneel van opzet en vrij inflexibel in indeling en constructie en een vrij vast, inflexibel inbouwpakket.
- Het gebouw wordt vaak ontworpen voor één specifiek productieproces.
- Alle bouwdelen zoals ruwbouw, afbouw en installaties hebben dezelfde (economische) levensduur.
- Bij een korte levensduur zijn de afschrijvingskosten en de boekwaarde hoog.
- Een specifiek gebouw is na afloop van de levensduur nauwelijks aanpasbaar voor het huisvesten van een nieuw productieproces.

Kenmerkend voor multifunctionele gebouwen is onder andere:

- Het skelet is dusdanig van opzet dat er een overmaat aan vrije hoogte aanwezig is met kolomvrije overspanningen.
- In het gebouw worden speciale zones voorzien voor het onderbrengen van leidingen en kanalen, bijvoorbeeld door een kelderruimte of een leidingzone boven de productieruimte.
- De gevel wordt dusdanig ontworpen dat deze eenvoudig uitbreidbaar is. Tevens dient de gevel onafhankelijk van het productieproces te worden ontworpen.
- Het inbouwpakket is losgekoppeld van het skelet, het dak en de gevel en in het algemeen demontabel uitgevoerd.
- De installaties hebben vaak een zekere overcapaciteit en zijn eenvoudig aanpasbaar.

Nieuwe ontwikkelingen als demontabel bouwen spelen eveneens op deze problematiek in. Bij demontabel bouwen wordt ervan uitgegaan dat de gebruikte bouwmaterialen en toegepaste constructiesystemen ertoe leiden dat een gebouw na afloop van de levensduur van het productieproces kan worden gedemonteerd. De gebruikte materialen en constructiesystemen kunnen worden hergebruikt bij de bouw van andere gebouwen.

## **2. Levensduurkostenberekening in de industriële utiliteitsbouw**

### *2.1. Korte beschrijving van de vergeleken gebouwen*

Als casus voor het maken van levensduurkostenberekeningen is een project in de industriële utiliteitsbouw gekozen. Een tweetal gebouwen, die een identiek productieproces met de bijbehorende functies huisvesten, zijn met elkaar vergeleken op basis van levensduurkosten.

Beide gebouwen zijn in dezelfde periode gebouwd, echter met gebruikmaking van geheel verschillende uitgangspunten. Het betreft gebouwen in de micro-elektronica industrie. Gebouw A is gebouwd in Nederland, gebouw B in Japan.

Gebouw A is ontworpen als een multifunctioneel gebouw. Dat wil zeggen dat dit gebouw op een eenvoudige wijze aangepast dient te kunnen worden aan veranderingen in het productieproces (bijv. layout wijzigingen of nieuwe machine-opstellingen) of geheel nieuwe productieprocessen moet kunnen huisvesten.

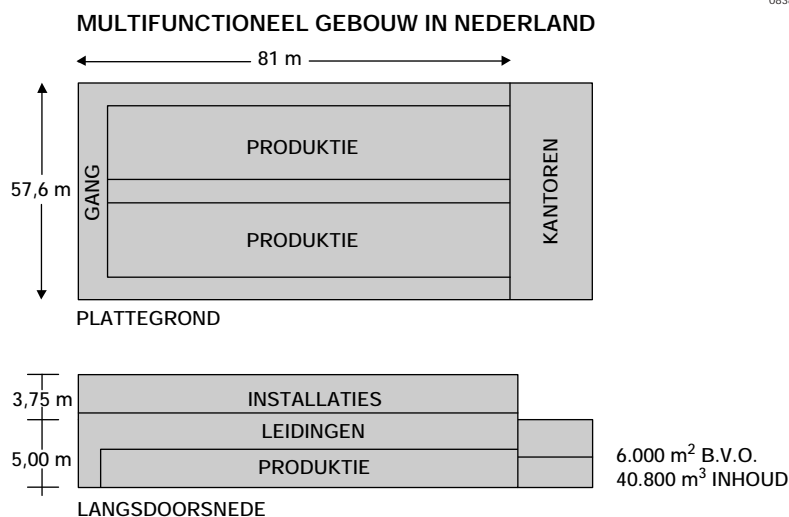
In figuur 3 is de opzet van het gebouw schematisch weergegeven.

Kenmerkend voor het multifunctionele gebouw zijn de onderstaande aspecten:

- Bruto vloeroppervlak 6.036 m<sup>2</sup>.
- Gebouwinhoud 40.800 m<sup>3</sup>.
- Uitbreidbaarheid gevel door toepassen puiconstructie.
- Gang tussen inbouwpakket en gevel als buffer binnen/buiten-klimaat en ont koppeling ruwbouw/inbouwpakket.
- Zoveel mogelijk kolomvrije overspanningen in verband met de flexibiliteit.
- Demontabel inbouwpakket, bestaand uit verplaatsbare wanden en metalen systeemplafond.
- Bordes boven gedeelte produktievloer in verband met flexibele opstelling installaties.

**M4025-8** Levensduurkosten op gebouwniveau. Een rekenvoorbeeld in de praktijk

0838-0766



*Figuur 3. De opzet van het gebouw.*

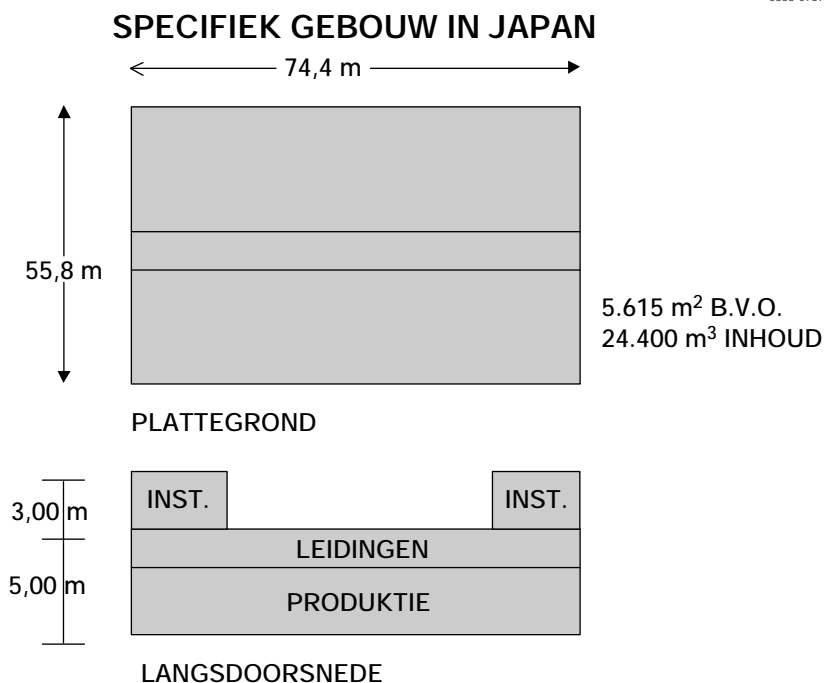
- Leidingzone boven de gehele produktievloer in verband met flexibel leidingverloop en eenvoudige aanpassingen leidingverloop bij wijzigingen in het productieproces.
- Splitsing gebouw in ruwbouw en afbouw, gevel/constructie/dak zijn losgekoppeld van het inbouwpakket en de installaties.

Gebouw B in Japan is ontwikkeld als een specifiek (mono-disciplinair) gebouw. Dat betekent dat dit gebouw uitsluitend is bedoeld voor het huisvesten van het oorspronkelijke productieproces. In figuur 4 is de opzet van dit gebouw schematisch weergegeven.

Het productiegebouw in Japan heeft de onderstaande kenmerken:

- Bruto vloeroppervlak 5.600 m<sup>2</sup>.
- Gebouwinhoud 24.400 m<sup>3</sup>.
- De gevel is niet uitbreidbaar, tevens moeten er hogere eisen worden gesteld aan de gevel.
- Géén ontkoppeling ruwbouw/inbouwpakket.
- Het gebouw is heel compact gebouwd.
- Géén demontabel inbouwpakket, minimale flexibiliteit.
- Inflexibele dakopbouw in verband met wijziging opstelling installaties.
- Lagere hoogte en daardoor minder m<sup>3</sup> gebouwinhoud.





*Figuur 4. Specifiek gebouw in Japan.*

## 2.2. Levensduurkosten

Bij het berekenen van de levensduurkosten horen de onderstaande kostencomponenten:

- Bouwkosten.
- Exploitatiekosten.
- Kosten einde levensduur

De hierboven genoemde kostencomponenten zullen achtereenvolgens in het kort de revue passeren.

### 2.2.1 Bouwkosten

De bouwkosten in gebouw of installatie vormen de belangrijkste kostencomponent bij het opstellen van levensduurkostenberekeningen.

De bouwkosten in absolute bedragen en per m<sup>2</sup> b.v.o. zijn in de tabel van figuur 5 opgenomen.

**M4025-10** Levensduurkosten op gebouwniveau. Een rekenvoorbeeld in de praktijk

Bouwkosten Prijspeil jan. 2001 Kosten in Euro	Nederland		Japan	
	Totaal	per m <sup>2</sup> b.v.o.	Totaal	per m <sup>2</sup> b.v.o.
Ruwbouw	1.808.768	301	1.874.901	335
Inbouwpakket	1.219.761	203	855.339	153
Installaties	3.307.604	551	3.152.794	563
Totaal	6.336.133	1.056	5.883.034	1.051

*Figuur 5. Het prijspeil van de bouwkosten.*

De bouwkosten per m<sup>2</sup> b.v.o. ontlopen elkaar weinig, echter de verdeling met betrekking tot ruwbouw en inbouwpakket toont grote verschillen. De ruwbouw in Japan is duurder doordat er hogere klimaateisen worden gesteld aan de gevel. Het inbouwpakket in Nederland is vooral duurder door de hogere eisen die zijn gesteld aan de flexibiliteit van het inbouwpakket. Op basis van bovenstaande investeringskosten zijn de levensduurkosten berekend.

### *2.2.2. Exploitatiekosten*

Onder de exploitatiekosten worden de kosten verstaan voor het gebruik van het gebouw tijdens de levensduur. De exploitatiekosten zijn vastgelegd in NEN 2632, „Exploitatiekosten van gebouwen”. Hierin zijn de exploitatiekosten als volgt ingedeeld:

- vaste kosten;
- gebruikskosten.

Bovengenoemde exploitatiekosten zijn als volgt gespecificeerd:

*Vaste kosten, bestaande uit financieringskosten en zakelijke lasten*  
Vaste kosten zijn de financieringskosten, in de meeste gevallen verbonden aan het in eigendom hebben van onroerend goed, zoals rente en afschrijving.

De zakelijke lasten bestaan uit de belastingen zoals de onroerendzaakbelasting en andere overheidsheffingen en verzekeringskosten.

*De gebruikskosten zoals technisch onderhoud, schoonmaakonderhoud en energiekosten.*

De technische onderhoudskosten bestaan uit de kosten voor het groot en klein technisch onderhoud en eventuele reserveringen voor technisch onderhoud.

De kosten voor schoonmaakonderhoud zijn de kosten voor het dagelijks schoonmaken van de gebouwen.

De kosten voor het energieverbruik in of aan het onroerend goed bestaan uit de kosten van brandstof voor verwarming en ventilatie, elektriciteit ten behoeve van installaties en verlichting en waterverbruik.

Praktisch alle hier genoemde exploitatiekosten zijn jaarlijks terugkerende kostenposten. In de beslissingscalculatie dienen zij dan ook gedurende de beschouwde levensduur jaarlijks te worden opgenomen.

### *2.2.3. Kosten einde levensduur*

Als kosten bij het einde van de levensduur zijn in de berekeningen opgenomen de kosten voor het slopen van het gebouw. Bij het gebouw in Nederland is er van uitgegaan dat een deel van de elementen, met name het inbouwpakket en de installaties, bij afloop van het productieproces opnieuw kan worden gebruikt, terwijl de elementen in het Japanse gebouw geheel moeten worden gesloopt. Ook vertegenwoordigt de ruwbouw dan nog een zekere waarde omdat er eenvoudiger een ander productieproces in kan worden ondergebracht.

### *2.3. Levensduurkostenberekening gebouwen*

Op basis van de voorgaande gegevens zijn de levensduurkostenberekeningen opgesteld van de beide gebouwen. De levensduurkostenberekeningen zijn opgesteld op annuïteitenbasis. In verband met de onbekendheid van de economische levensduur vooraf zijn de berekeningen gemaakt voor levensduur van 7,5- 10 en 15 jaar.

De berekeningen op annuïteitenbasis hebben als uitgangspunt dat er verschillende calculatietermijnen kunnen worden gehanteerd, met name het verschil in levensduur van ruwbouw en inbouwpakket. De contante waarden van de jaarlijkse kosten van twee verschillende levensduren worden door middel van de annuïteitenformule omgerekend tot gemiddelde jaarkosten en bij elkaar opgeteld. De berekeningen zijn uitgevoerd met een indexpercentage op de jaarlijkse exploitatiekosten van circa 3 % en een rentepercentage in de annuïteitenberekening van 7 %.

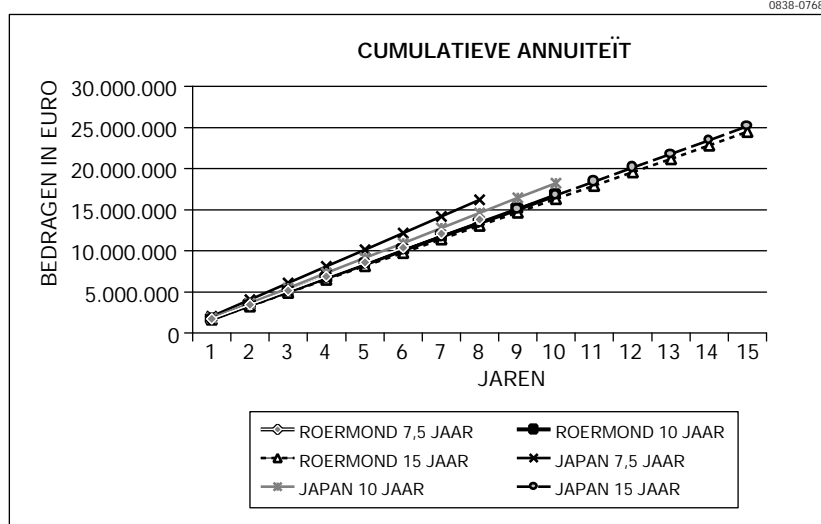
Dit heeft geleid tot de gemiddelde levensduurkosten per jaar van de tabel van figuur 6.

**M4025-12** Levensduurkosten op gebouwniveau. Een rekenvoorbeeld in de praktijk

KOSTENCOMPONENTEN	L.C.C. PER JAAR OP ANNUÏTEITENBASIS IN EURO					
	NEDERLAND			JAPAN		
	7,5 JAAR	10 JAAR	15 JAAR	7,5 JAAR	10 JAAR	15 JAAR
VASTE KOSTEN:						
FINANCIERINGSKOSTEN	766.435	682.485	600.351	1.100.871	870.804	676.586
ZAKELIJKE LASTEN	19.966	17.244	17.697	18.151	18.151	19.966
GEBRUIKSKOSTEN:						
TECHNISCH ONDERHOUD	86.672	78.504	71.243	84.857	73.966	68.067
SCHOONMAAKONDERHOUD	322.184	332.167	343.058	294.503	302.671	313.562
ENERGIE	516.856	554.066	592.637	503.696	543.629	587.192
SLOOPKOSTEN:	11.345	8.168	5.445	22.235	15.882	9.529
TOTAAL	1.723.457	1.672.634	1.630.432	2.024.314	1.825.104	1.674.903

*Figuur 6. De gemiddelde levensduurkosten per jaar.*

In figuur 7 is de bovenstaande tabel in grafiekvorm uitgezet.



*Figuur 7. De grafiek.*

### 3. Conclusies naar aanleiding van de berekeningen

Uit de uitgevoerde berekeningen kunnen de onderstaande conclusies worden getrokken:

- De jaarlijkse levensduurkosten zijn bij een multifunctioneel gebouw lager dan bij een specifiek gebouw, bij een levensduur van 7,5 en 10 jaar. Pas rond de 15 jaar levensduur benaderen de levensduurkosten van beide bouwtypen elkaar.
- Naarmate de levensduur van het productieproces korter wordt is het risico van een investering in een multifunctioneel, flexibel (maar duurder), gebouw kleiner dan de investering in een specifiek, inflexibel (goedkoper) gebouw.
- Indien het productieproces eerder wordt beëindigd zullen de boekwaardeverliezen hoger zijn bij een specifiek gebouw dan bij een multifunctioneel gebouw. Indien deze worden verwerkt in de berekeningen zullen de jaarlijkse levensduurkosten voor een multifunctioneel gebouw gunstiger uitvallen. Een multifunctioneel gebouw wordt daardoor nog aantrekkelijker.
- Bij een multifunctioneel gebouw kan beter worden ingespeeld op aanpassingen in de lopende productieprocessen en op de aanpassing van een gebouw op een nieuw productieproces.

Als eindconclusie kan worden gesteld dat de bouw van een multifunctioneel gebouw minder risico betekent voor de opdrachtgever. Een specifiek gebouw is gevoeliger voor de korte levensduur van productieprocessen. Door de steeds snellere marktontwikkelingen en de kortere levensduur van productieprocessen als gevolg hiervan is het voor industriële opdrachtgevers, maar ook voor opdrachtgevers in de burgerlijke utiliteitsbouw, raadzaam de voorkeur te geven aan de bouw van een multifunctioneel gebouw.

### 4. Literatuur

Enden, C. van der, *Beslissingscalculaties*.  
Flanagan, R. en G. Norman, *Life Cycle costing for construction*.  
Hogenboom, R., *Levensduurkosten van productiegebouwen* (afstudeerverslag).

