

Levensduurkosten- berekeningen

Ir. J. A. G. Dukers

1.	Inleiding	M4010- 3
2.	Methoden voor levensduurkostenberekenin- gen	M4010- 4
2.1.	Introductie	M4010- 4
2.2.	Netto Contante Waarde (NCW)	M4010- 5
2.3.	De annu teitsmethode	M4010- 6
3.	Kostensoorten	M4010- 7
3.1.	Investeringskosten	M4010- 7
3.2.	Exploitatiekosten	M4010- 9
3.3.	Sloop- en/of demontagekosten	M4010-10
4.	Voorbeeldberekeningen	M4010-10
4.1.	Levensduurkostenberekeningen op gebouw- niveau	M4010-11
4.1.1.	Voorbeeldberekeningen volgens de Netto Contante Waarde-methode	M4010-12
4.1.2.	Voorbeeldberekeningen volgens de annu tei- tenmethode	M4010-14
4.2.	Levensduurkostenberekeningen gebouwele- menten	M4010-15
5.	Gevoeligheidsanalyses	M4010-20
6.	Conclusies en aanbevelingen	M4010-21

1. Inleiding

Wanneer men de huidige advertenties voor personenauto's vergelijkt met die van zo'n 10 jaar geleden, dan zal het de opmerkelijke lezer opvallen dat tegenwoordig andere aspecten worden benadrukt om de auto's aan te prijzen.

Ongeveer 10 jaar geleden werd de nadruk voornamelijk gelegd op de snelheid van de auto en op de extra accessoires die standaard werden bijgeleverd.

In de toenmalige advertenties werd de snelheid van de auto aangeprezen, evenals de tijd die een auto nodig had om vanuit stilstand een snelheid van 100 km per uur te bereiken.

De huidige advertentiecampagnes voor auto's leggen een grotere nadruk op aspecten als:

- hoeveel benzine verbruikt de auto per 100 km;
- om de hoeveel km heeft de auto een onderhoudsbeurt nodig.

Dit zijn tekenen die erop wijzen dat de autofabrikanten steeds meer letten op de gebruikskosten van de auto.

De consument wordt zich steeds meer bewust van de invloed van het bezit van de auto op zijn portemonnaie. Zij laten dit zwaar wegen bij de aankoop van hun auto.

Wat reeds jaren gebruik is in de auto-industrie, begint langzamerhand ook ingang te vinden in de bouwnijverheid.

Eigenaren en gebruikers van gebouwen houden steeds meer rekening met de totale kosten die gemoeid zijn met het stichten en in stand houden van hun gebouwen. De noodzaak om de totale kosten in de hand te houden wordt steeds groter.

De totale kosten die gepaard gaan met het stichten, in stand houden en afstoten van gebouwen of gebouwelementen noemt men „levensduurkosten”. In Engelstalige landen wordt de term „Life Cycle Costs”, (afgekort LCC) of „Cost in Use” gebruikt.

Levensduurkosten kunnen als volgt worden gedefinieerd:

„Het totaal van alle kosten die moeten worden gemaakt voor het stichten, het exploiteren en het demonteren of slopen van een gebouw of van een gebouwelement gedurende zijn levensduur.”

Uiteraard is deze definitie toegesneden op de bouwnijverheid. Het spreekt voor zich dat voor alle overige bedrijfstakken dezelfde definitie kan gelden, echter toegesneden op een ander produkt.

Levensduurkostenberekeningen zijn een hulpmiddel om in de programmeerfase en in de ontwerpfase van een project een juiste keuze te kunnen maken uit ontwerpalternatieven met als doel een zo laag

mogelijk kostenniveau te verkrijgen voor het totaal van investerings-, exploitatie-, en sloop-/demontagekosten.

Levensduurkostenberekeningen kunnen op verschillende niveaus worden uitgevoerd. Zo is het mogelijk de levensduurkosten van een gebouw in zijn geheel te bepalen, maar kunnen ook de levensduurkosten van de afzonderlijke elementen waaruit een gebouw is samengesteld worden berekend.

Wordt een gebouw als geheel beschouwd dan kan enerzijds worden gewerkt met kostencomponenten die betrekking hebben op het gebouw als geheel, anderzijds is het mogelijk de levensduurkosten van het kale gebouw te beschouwen als een optelsom van de levensduurkosten van de bouwelementen waaruit het gebouw is samengesteld. In beide gevallen zal de levensduur van het gebouw als maatgevend worden beschouwd. Hiervoor kan zowel de technische als de economische levensduur worden genomen.

Ook is het mogelijk de levensduurkosten op elementniveau te berekenen. In dit geval zal in het algemeen worden uitgegaan van de technische levensduur van het element.

2. Methoden voor levensduurkostenberekening

2.1. Introductie

Voor het berekenen van de levensduurkosten worden verschillende berekeningsmethoden gebruikt.

De meest gebruikte berekeningsmethoden zijn:

- de Netto Contante Waarde-methode;
- de annu teitenmethode.

Vaak wordt ook de terugverdientijdmethode in n adem met bovengenoemde methoden genoemd. Echter ten onrechte en wel omdat de terugverdientijdmethode slechts kan worden toegepast wanneer er niet alleen sprake is van kosten maar tevens van baten. Een gebouw of installatie is te allen tijde een kostenpost. Bij levensduurkostenberekeningen worden overwegend kosten in de berekening verwerkt.

Afhankelijk of de opdrachtgever een commercieel bedrijf is of een niet-commerciële instelling kan bij de levensduurkostenberekeningen de minder betaalde vennootschapsbelasting als opbrengst in de berekening worden betrokken.

Bij de voorbeeldberekeningen zal hierop later worden teruggekomen. Afwegingen ten aanzien van alternatieve investeringen in gebouwen of installaties gebeurt op grond van minimalisatie levensduurkosten.

2.2. Netto Contante Waarde (NCW)

Alle kosten en besparingen worden teruggerekend tot hun huidige waarde, de zgn. „contante waarde” en vervolgens gesommeerd. De methode is in feite erg eenvoudig, zeker als stijgingspercentages constant gehouden worden. Variëren deze, dan neemt het rekenwerk toe. Wanneer wordt uitgegaan van constante percentages geldt de onderstaande berekening.

Een bedrag van $f 1,00$ in het jaar n zal, bijvoorbeeld vanwege de rente die men over een dergelijk bedrag moet betalen of kan verkrijgen, in het voorgaande jaar $(n - 1)$ een waarde vertegenwoordigen van:

$$\frac{f 1,00}{1 + i}$$

als i de rentestand van het jaar tussen $(n - 1)$ en n is.

Men dient er rekening mee te houden, dat de rente in procenten wordt opgegeven, maar in deze (en de volgende formules) als fractie moet worden ingevoerd. Is i 8% dan wordt $1 + i$ dus 1,08.

Houdt men deze rente constant gedurende het gehele project, dan is het duidelijk, dat $f 1,00$ in het jaar n een „contante waarde” aan het begin van het project vertegenwoordigt van:

$$\frac{f 1,00}{(1 + i)^n}$$

Zoals gezegd, wordt dit voor alle uitgaven en eventuele besparingen c.q. opbrengsten gedaan, dus inclusief de investeringen zelf, alsmede eventuele deel- en herhalingsinvesteringen. Door optelling van al deze contante waarden wordt de Netto Contante Waarde (NCW) verkregen. In formulevorm wordt de Netto Contante Waarde als volgt weergegeven:

$$NCW = \frac{1}{(1 + i)^n}$$

Het project of het alternatieve element met de laagste Netto Contante Waarde is de meest economische oplossing.

In de NCW berekeningen noemt men het percentage waarmee constant wordt gemaakt het disconteringspercentage. Hiervoor kan men het actuele rentepercentage nemen of het percentage dat een bedrijf of instelling minimaal als rendement op door haar te verrichten investeringen wil maken.

Indien men in de berekeningen kostenposten die in de toekomst moeten worden gedaan moet verwerken, dan zal rekening moeten worden gehouden met prijsstijgingen. In dat geval worden eerst de prijsstijgingen in de berekeningen verwerkt, waarna de contante waarde wordt bepaald. Voor prijsstijgingen wordt meestal het prijsstijgingspercentage conform de CBS-index genomen.

Het is echter ook mogelijk te werken met het zogenaamde Netto disconteringspercentage. Dit werkt als volgt:

Een kostenpost nu van f 1,00 met een prijsstijging van r % kost na n jaar:

$$1 \times (1 + r)^n$$

De kostenpost na n jaar geeft een Contante Waarde van:

$$1 \times \frac{(1 + i)^n}{(1 + r)^n}$$

Als r = 3% en i = 9%, dan bedraagt het Netto disconteringspercentage:

$$1 \times \frac{(1 + 0,09)^n}{(1 + 0,03)^n} = 5,825\%$$

De berekeningen kunnen worden vereenvoudigd wanneer het kostenposten betreft die ieder jaar terugkomen. In dat geval kan worden gewerkt met de annu teitenfactor. De cumulatieve Netto Contante Waarde van bijvoorbeeld een kostenpost die gedurende 5 jaar aansluitend ieder jaar terugkomt kan worden beschouwd als een 5-jarige annu teit.

Deze kan worden berekend met de formule:

$$NCW = \frac{(1 + i)^n - 1}{i \times (1 + i)^n}$$

2.3. De annu teitenmethode

Bij de annu teitenmethode wordt de contante waarde van een bedrag dat in een bepaald jaar wordt uitgegeven door middel van de annu teitenformule omgerekend naar de gelijke jaarlijkse bedragen gedurende de levensduur. Door de annu teit van de huidige contante

waarden te nemen worden prijs- en rentestijgingen eveneens in de berekeningen verwerkt.

Allereerst worden de jaarlijkse kostenposten contant gemaakt, waarna de annu teiten van de contante waarden worden berekend en worden gesommeerd.

Dit gebeurt als volgt:

Bepaal de Contante waarde van alle gedurende de jaren uitgegeven kostenposten door middel van de Netto Contante Waarde formule:

$$NCW = \frac{1}{(1 + i)^n}$$

Bepaal hierna de annu teit van de som van de Netto Contante Waarden door middel van de annu teitenformule:

$$\text{Annu teiten} = NCW \times \frac{i(1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$$

In deze formule is:

Annu teiten = de gemiddelde jaarkosten gedurende de levensduur.

NCW = de cumulatieve contante waarde van de initiële en de gebruikskosten met een levensduur van n jaar.

i = de discontofactor = gelijk aan de factor die bij het bepalen van de contante waarde wordt gebruikt.

n = de levensduur in jaren.

3. Kostensoorten

Bij het maken van levensduurkostenberekeningen worden de volgende kostencomponenten in de berekeningen verwerkt.

- investeringskosten;
- exploitatiekosten;
- sloop- en/of demontagekosten.

Alle hierboven genoemde kostencomponenten zullen achtereenvolgens de revue passeren.

3.1. Investeringskosten

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

M4010-8 Levensduurkostenberekeningen

De totale investeringskosten voor een gebouw worden in het algemeen aangeduid met het begrip stichtingskosten.

De stichtingskosten zijn in NEN 2630 „Terminologie van kostprijsfactoren” nader gepreciseerd, en bestaan uit:

- kosten bouwterrein;
- bouwkosten;
- inrichtingskosten;
- bijkomende kosten.

In het kort worden de volgende kosten hieronder verstaan:

Kosten bouwterrein

Hiertoe behoren de kosten voor de verwerving van het bouwterrein, inclusief de bijbehorende kosten voor notaris, kadaster, belastingen, schadeloosstellingen etc.

Bovendien behoren hiertoe de kosten voor het bouwrijp maken van het terrein en eventueel de bijdrage in de kosten voor de gemeente ten behoeve van het ontsluiten van het terrein.

Bouwkosten

De bouwkosten omvatten alle kosten voor de realisering van het gebouw zelf, met inbegrip van de omliggende terreinafwerking.

Hieronder moeten worden verstaan de kosten voor de bouwkundige en de civieltechnische werkzaamheden alsmede de kosten voor de werktuigbouwkundige en de elektrotechnische werkzaamheden.

Inrichtingskosten

De inrichtingskosten omvatten de kosten voor de inrichting van het gebouw en het terrein, zoals bedrijfsinstallaties en los- en vast meubilair.

Bijkomende kosten

Onder de bijkomende kosten verstaat men de kosten ten behoeve van het ontwerp, het projectmanagement en het toezicht tijdens de bouw. Bovendien behoren tot de bijkomende kosten zaken als legeskosten, verzekeringen tijdens de bouw, aanloopkosten, rentekosten tijdens de bouw en BTW, indien dit laatste van toepassing is.

Ingeval de levensduurkostenberekening een compleet gebouw betreft moet met alle hierboven genoemde kostenfactoren rekening worden gehouden.

Het spreekt voor zich dat indien de levensduurkostenberekening een onderdeel van een gebouw betreft, zoals bijvoorbeeld een gebouwinstallatie, er slechts met sommige van de hierboven genoemde kostenfactoren rekening dient te worden gehouden.

In een aantal gevallen worden ook de kosten voor herinvesteringen in de levensduurkostenberekeningen verwerkt. Indien deze herinvesteringen zich over een lange termijn van jaren zullen afspelen, denk daarbij bijvoorbeeld aan de vervanging van een verwarmingsinstallatie of een ventilatieinstallatie, dan kunnen er echter onnauwkeurigheden in de berekeningen sluipen doordat we op dit moment niet kunnen voorzien welke soorten installaties over 20 – 25 jaar op de markt zullen verschijnen.

3.2. 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;
- energiekosten;
- onderhoudskosten;
- administratieve beheerskosten; en
- specifieke bedrijfskosten.

Bovengenoemde exploitatiekosten zijn als volgt gespecificeerd:

Vaste kosten

Vaste kosten zijn de kosten, in de meeste gevallen verbonden aan het in eigendom hebben van onroerend goed, zoals rente, afschrijving, belastingen en andere heffingen en verzekeringskosten.

Energiekosten

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

Onderhoudskosten

De onderhoudskosten kunnen worden gesplitst in de kosten voor het technisch onderhoud en de kosten voor het schoonmaakonderhoud.

Administratieve beheerskosten

Dit zijn de kosten voor de administratie ten behoeve van het beheer van het onroerend goed.

Specifieke bedrijfskosten

Hiertoe behoren de kosten ten behoeve van de bewaking en de beveiliging van het gebouw.

Praktisch alle hier genoemde exploitatiekosten zijn jaarlijks terugkerende kostenposten.

In de levensduurkostenberekeningen dienen zij dan ook gedurende de beschouwde levensduur jaarlijks te worden opgenomen.

Een uitzondering kan hierbij worden gemaakt voor de rente- en de afschrijvingscomponent van de vaste lasten.

Rente en afschrijving zijn afhankelijk van de investeringskosten. De wijze van financiering van een gebouw of een gebouwinstallatie bepaalt in hoge mate de wijze waarop rente en afschrijving worden verwerkt in de levensduurkostenberekeningen. Indien een gebouw met eigen vermogen wordt gefinancierd worden de totale investeringskosten het eerste jaar als negatieve kostenpost in de berekening verwerkt. Wordt een gebouw daarentegen met vreemd vermogen gefinancierd, dan kunnen, afhankelijk van de financieringsvorm, rente en afschrijving als jaarlijks terugkerende kostenpost in de levensduurkosten worden opgenomen.

3.3. Sloop- en/of demontagekosten

Na afloop van de gebruiksfase van een gebouw of installatie dient dit te worden gesloopt of gedemonteerd. De kosten hiervoor dienen eveneens in een levensduurkostenberekening te worden verwerkt. In geval een gebouw na afloop van de levensduur wordt verkocht, dient de restwaarde in de levensduurkostenberekening te worden opgenomen. De restwaarde is de waarde van het gebouw of installatie in het economisch verkeer aan het einde van de technische of economische levensduur. De hoogte van de restwaarde wordt vaak bepaald door de marktsituatie. Vooraf de restwaarde correct te calculeren is derhalve een moeilijke zaak.

4. Voorbeeldberekeningen

Zoals in de inleiding reeds werd aangestipt kunnen de levensduurkostenberekeningen worden uitgevoerd op het niveau van het gebouw als geheel en op het niveau van de gebouwelementen. In deze paragraaf zullen beide niveaus van levensduurkostenberekeningen aan de orde komen.

4.1. Levensduurkostenberekeningen op gebouwniveau

In een zeer vroeg stadium van het bouwproces, bij het haalbaarheidsonderzoek willen opdrachtgevers een indruk hebben van de investerings- en exploitatiekosten van een door hun te bouwen gebouw.

De kwaliteit van het gebouw is op dat moment nog niet tot in detail bekend. Welke materialen en gebouwelementen in het gebouw zullen worden verwerkt komt pas in een latere fase, in de definitieve ontwerpfase, aan de orde.

Een levensduurkostenberekening van het gebouw zal onderdeel uitmaken van de rentabiliteitsberekening als onderdeel van het haalbaarheidsonderzoek.

Als kostencomponenten worden de jaarlijks inkomende en uitgaande geldstromen (ook wel cash flows genoemd) in de berekening verwerkt. De wijze waarop deze geldstromen in de berekeningen worden verwerkt is afhankelijk van de financieringsvorm van het gebouw. De financiering kan met eigen vermogen of met vreemd vermogen gebeuren of met een mixture van eigen en vreemd vermogen.

Daarbij kan al of niet rekening worden gehouden met fiscale aspecten zoals BTW en Vennootschapsbelasting. Dit laatste is afhankelijk van de eigendomsvorm van het gebouw; is dit een commercieel bedrijf of een niet-commerciële instelling.

Allereerst zal de berekening worden uitgevoerd voor een kantoorgebouw gefinancierd met 100% eigen vermogen, daarna met 100% vreemd vermogen.

De uitgangspunten voor de berekening zijn:

- kantoorgebouw van 4000 m² vloeroppervlak;
- investeringskosten f 8.000.000,—;
- levensduur 30 jaar;
- sloopkosten na 30 jaar f 800.000,—.

Vaste exploitatielasten:

- | | |
|----------------------------------|----------------------------|
| - onroerend goedbelasting | f 20.000,—/jaar, index 4% |
| - verzekeringen | f 24.000,—/jaar, index 3% |
| - reinigingsrecht/rioolbelasting | f 4.000,—/jaar, index 4% |
| - technisch onderhoud | f 160.000,—/jaar, index 3% |
| - schoonmaken | f 100.000,—/jaar, index 3% |

Variabele lasten:

- | | |
|-----------------|---------------------------|
| - verwarming | f 48.000,—/jaar, index 2% |
| - elektriciteit | f 56.000,—/jaar, index 2% |

M4010-12 Levensduurkostenberekeningen

4.1.1. *Voorbeeldberekeningen volgens de Netto Contante Waarde-methode*

A. *Berekening uitgaande van 100% financiering met eigen vermogen*

De berekening wordt uitgevoerd met gebruikmaking van de Netto Contante Waarde-methode.

Kostencomponent	Jaren			Netto Contante Waarde
	0	1 t/m 30	30	
Investering	f 8.000.000			f 8.000.000
<i>Vaste kosten:</i>				
Belastingen ¹		f 24.000		f 377.496
Verzekeringen ²		f 24.000		f 337.536
<i>Onderhoudskosten:</i>				
Technisch onderhoud ²		f 160.000		f 2.250.240
Schoonmaken ²		f 100.000		f 1.406.400
<i>Energie:</i>				
Verwarming ³		f 48.000		f 601.680
Elektra ³		f 56.000		f 701.960
Sloopkosten ⁴			f 800.000	f 60.297
Cumulatieve Netto Contante Waarde				f 13.735.609

$$1 \quad \text{Netto discount factor } \left(\frac{1,09}{1,04} \right) - 1 \times 100\% = 4,8\%.$$

$$\text{Annu teitenfactor } \frac{(1,048)^{30} - 1}{(1,048)^{30} \times 0,048} = 15,729.$$

$$2 \quad \text{Netto discount factor } \left(\frac{1,09}{1,03} \right) - 1 \times 100\% = 5,8\%.$$

$$\text{Annu teitenfactor } \frac{(1,058)^{30} - 1}{(1,058)^{30} \times 0,058} = 14,064.$$

$$3 \quad \text{Netto discount factor } \left(\frac{1,09}{1,02} \right) - 1 \times 100\% = 6,9\%.$$

$$\text{Annu teitenfactor } \frac{(1,069)^{30} - 1}{(1,069)^{30} \times 0,069} = 12,535$$

$$4 \quad \text{NCW-factor} = \frac{1}{(1,09)^{30}} = 0,0754.$$

Tabel 1. *Netto Contante Waarde-methode met 100% financiering eigen vermogen.*

B. Rekenvoorbeeld bij 100% vreemd vermogen

Vreemd vermogen geleend op basis van annu teit tegen 8% rente, jaarlijks te betalen rente en aflossing bedraagt f 710.620,—.

De berekening wordt uitgevoerd met gebruikmaking van de Netto Contante Waarde-methode

Kostencomponent	Jaren			Netto Contante Waarde
	0	1 t/m 30	30	
<i>Vaste lasten:</i>				
Rente en aflossing ⁵		f 710.620		f 7.300.664
Belastingen ¹		f 24.000		f 377.496
Verzekeringen ²		f 24.000		f 337.536
<i>Onderhoudskosten:</i>				
Technisch onderhoud ²		f 160.000		f 2.250.240
Schoonmaken ²		f 100.000		f 1.406.400
<i>Energie:</i>				
Verwarming ³		f 48.000		f 601.680
Elektra ³		f 56.000		f 701.960
Sloopkosten ⁴			f 800.000	f 60.297
Cumulatieve Netto Contante Waarde				f 13.036.273

$$1 \quad \text{Netto discount. factor} \left(\frac{1,09}{1,04} \right) - 1 \times 100\% = 4,8\%.$$

$$\text{Annu teitenfactor} \frac{(1,048)^{30} - 1}{(1,048)^{30} \times 0,048} = 15,729.$$

$$2 \quad \text{Netto discount. factor} \left(\frac{1,09}{1,03} \right) - 1 \times 100\% = 5,8\%.$$

$$\text{Annu teitenfactor} \frac{(1,058)^{30} - 1}{(1,058)^{30} \times 0,058} = 14,064.$$

$$3 \quad \text{Netto discount. factor} \left(\frac{1,09}{1,02} \right) - 1 \times 100\% = 6,9\%.$$

$$\text{Annu teitenfactor} \frac{(1,069)^{30} - 1}{(1,069)^{30} \times 0,069} = 12,535.$$

$$4 \quad \text{NCW-factor} = \frac{1}{(1,09)^{30}} = 0,0754.$$

$$5 \quad \text{Annu teitenfactor} \frac{(1,09)^{30} - 1}{(1,09)^{30} \times 0,09} = 10,274.$$

Tabel 2. Netto Contante Waarde-methode met 100% vreemd vermogen.

Uit deze twee voorbeeldberekeningen zou de conclusie getrokken kunnen worden dat in dit geval investeren met 100% eigen vermogen

M4010-14 Levensduurkostenberekeningen

duurder is dan investeren met 100% vreemd vermogen. Dit wordt veroorzaakt doordat het rentepercentage van het vreemd vermogen 1% lager is dan het disconteringspercentage.

Indien het rentepercentage van het vreemd vermogen gelijk is aan het disconteringspercentage, in dit geval 9%, zal de uitkomst van de levensduurkostenberekeningen eveneens gelijk zijn. Is het rentepercentage van het vreemd vermogen hoger dan het disconteringspercentage dan is investeren met 100% vreemd vermogen duurder.

In de berekeningen is tot nu geen rekening gehouden met belastingen. Deze kunnen de absolute waarde van de uitkomst beïnvloeden. Indien overheidsinstellingen en of stichtingen deze berekeningen maken dienen zij rekening te houden met BTW. Alle kostenposten moeten dan worden verhoogd met 18,5% BTW.

Commerciële bedrijven kunnen tegenover de gemaakte kosten de minder te betalen Vennootschapsbelasting als opbrengst in de berekening op te voeren. Met betrekking tot het vreemd vermogen mag de rente eveneens als zodanig worden beschouwd. In plaats van de aflossing kan de minder te betalen Vennootschapsbelasting over de afschrijving van het gebouw als opbrengst worden verrekend. Voor voorbeeldberekening 1 geeft dit het volgende beeld zoals weergegeven in tabel 3.

	Jaren		
	0	1 t/m 30	30
Cumulatieve Netto Contante Waarde			f 13.735.609
Opbrengst ten gevolge van belasting/rente		n.v.t.	
Opbrengst ten gevolge van afschrijving	-/-	f 266.667	-/- f 2.739.737
Levensduurkosten			f 10.995.872

Tabel 3.

4.1.2. Voorbeeldberekening volgens de annuïteitenmethode

Voorbeeld A is eveneens doorgerekend met behulp van de annuïteitenmethode. Dit om de toepassing van deze methode te demonstreren en tevens om de uitkomst van deze berekening te vergelijken met de uitkomst van de Netto Contante Waarde-methode. Bij de annuïteitenmethode wordt uitgegaan van gelijke jaarlijkse bedragen gedurende de levensduur.

A. Berekening uitgaande van 100% financiering met eigen vermogen

Kostencomponent	Jaren			Netto Contante Waarde	Annu teit
	0	1 t/m 30	30		
Investering	f 8.000.000			f 8.000.000	
<i>Vaste kosten:</i>					
Belasting ¹		f 24.000		f 414.960	
Verzekeringen ²		f 24.000		f 470.400	
<i>Onderhouds- kosten:</i>					
Technisch onder- houd ²		f 160.000		f 3.136.000	
Schoonmaken ²		f 100.000		f 1.960.000	
<i>Energie:</i>					
Verwarming ³		f 48.000		f 1.075.200	
Electra ³		f 56.000		f 1.254.400	
Sloopkosten ⁴			f 800.000	f 60.297	
Cumulatieve Netto Contante Waarde				f 16.371.257	
Annu teiten					f 1.592.923

$$1 \quad \text{Annu teitenfactor} \frac{(1,04)^{30} - 1}{(1,04)^{30} \times 0,04} = 17,29$$

$$2 \quad \text{Annu teitenfactor} \frac{(1,09)^{30} - 1}{(1,03)^{30} \times 0,03} = 19,60$$

$$3 \quad \text{Annu teitenfactor} \frac{(1,02)^{30} - 1}{(1,02)^{30} \times 0,02} = 22,40$$

Tabel 4. Annu teitenmethode met 100% financiering eigen vermogen.

De annu teit wordt bepaald met de formule:

$$\text{Annu teit} = \text{NCW} \times \frac{(1 + 0,09)^{30} \times 0,09}{(1 + 0,09)^{30} - 1} = 0,0973.$$

4.2. Levensduurkostenberekeningen gebouwelementen

Levensduurkostenberekeningen van gebouwelementen worden gebruikt om een keuze te kunnen maken uit kwalitatief gelijkwaardige materiaaltoepassingen of uitvoeringsmethoden voor een bepaald gebouwelement.

Dit kan elementen betreffen als gevels, binnenwanden, dakafwerking, ventilatie-installatie of elektrische installatie.

Als levensduur kan de technische levensduur van het element wor-

M4010-16 Levensduurkostenberekeningen

den genomen, of de levensduur van het gehele gebouw. In het laatste geval kan de technische of de economische levensduur van het gebouw worden genomen als maatstaf voor de levensduur van het element.

Aangezien de levensduurkostenberekeningen op elementniveau in het algemeen worden gemaakt om een keuze te kunnen maken is de absolute waarde van de uitkomst van minder belang. Het gaat hier voornamelijk om de onderlinge vergelijkbaarheid tussen de verschillende alternatieven.

Met name de invloed van de belastingen is daarom nu van minder belang, en zal dan ook hier buiten beschouwing worden gelaten. De berekeningen op elementniveau zullen worden uitgevoerd voor:

- betonnen gevelementen versus stalen gevelementen;
- hardhouten kozijnen versus aluminium kozijnen.

In beide gevallen zal worden uitgegaan van een levensduur van het gebouw van 40 jaar.

A. *Betonnen gevelementen versus stalen gevelementen*

Algemene uitgangspunten:

- levensduur element 40 jaar
- disconteringspercentage 9%
- index op inspectie en schilderwerk 3%

A1. Geschilderde betonnen elementen:

- investering elementen f 160,—/m²
- investering schilderwerk f 20,—/m²
- iedere 5 jaar inspectie + controle f 2,—/m²
- iedere 10 jaar cleanen + acrylcoating f 35,—/m²

A2. Ge soleerde stalen gevelplaten:

- investering f 90,—/m²
- iedere 5 jaar inspectie + controle f 2,—/m²
- na eerste 15 jaar iedere 10 jaar cleanen + acrylcoating f 40,—/m²

De cumulatieve Netto Contante Waarde van de ge soleerde stalen gevelementen is het laagste, zodat op grond van levensduurkosten hiervoor gekozen wordt.

A1. Berekening geschilderde betonnen gevelelementen

Kostencomponent	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Investeringskosten	180,00								
Inspectie + controle		2,30	2,70	3,10	3,60	4,20	4,85	5,60	
Cleanen + acryl-coating			47,00		63,00		85,00		
Sub-totaal	180,00	2,30	49,70	3,10	66,60	4,20	89,85	5,60	
Netto Contante Waarde	180,00	1,50	21,00	0,85	11,90	0,50	6,80	0,25	
Cumulatieve NCW waarde	222,80								

Tabel 5.

A2. Berekening ge soleerde stalen gevelelementen

Kostencomponent	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Investeringskosten	90,00								
Inspectie + controle		2,30	2,70	3,10	3,60	4,20	4,85	5,60	
Cleanen + acryl-coating				62,30		83,75		112,55	
Sub-totaal	90,00	2,30	2,70	65,40	3,60	87,95	4,85	118,15	
Netto Contante Waarde	90,00	1,50	1,15	17,95	0,65	10,20	0,35	5,80	
Cumulatieve NCW waarde	127,60								

Tabel 6.

B. Hardhouten kozijnen versus aluminium kozijnen

Algemene uitgangspunten:

- levensduur element 40 jaar
- index op inspectie + schilderwerk 3%
- disconteringspercentage 8%

B1. Geverniste hardhouten kozijnen:

- investeringskosten kozijn inclusief beglazing f 250,—/m²
- vervangen dubbele beglazing na 25 jaar f 110,—/m²
- vernissen iedere 3 jaar f 16,—/m²

B2. Technisch geanodiseerde aluminium ramen:

- investeringskosten inclusief beglazing f 270,—/m²
- schilderwerk, acrylaatverf:
 - eerste maal na 20 jaar f 27,—/m²
 - tweede maal na 30 jaar f 27,—/m²
- vervangen dubbele beglazing na 25 jaar f 105,—/m²

Uit de berekening volgt dat de aluminium kozijnen de laagste levensduurkosten met zich meebrengen.

Op grond van investeringskosten zou de keuze zijn gemaakt voor hardhouten kozijnen.

B1. Berekening geverniste hardhouten kozijnen

Kostencomponent	0	3	6	9	12	15	18	20	21	24	25	27	30	33	36	39	40
Investeringskosten	250,00																
Inspectie + controle		17,48	19,10	20,88	22,81	24,93	27,24	28,90	29,76	32,52	33,50	35,54	38,84	42,44	46,37		
Cleanen + acrylcoating											230,32						
Sub-totaal	250,00	17,48	19,10	20,88	22,81	24,93	27,24	28,90	29,76	32,52	263,82	35,54	38,84	42,44	46,37	0,00	0,00
Netto Contante Waarde	250,00	13,50	11,39	9,61	8,11	6,84	5,77	5,16	4,87	4,11	30,59	3,47	2,93	2,47	2,08	0,00	0,00
Cumulatieve NCW Waarde	360,92																

Tabel 7.

B2. Berekening geanodiseerde aluminium kozijnen

Kostencomponent	0	20	25	30	40
Investeringskosten	270,00				
Inspectie + controle		48,77	219,85	65,54	
Cleanen + acrylcoating					
Sub-totaal	270,00	48,77	219,85	65,54	0,00
Netto Contante Waarde	270,00	8,70	25,50	4,94	0,00
Cumulatieve NCW Waarde	309,14				

Tabel 8.

5. Gevoeligheidsanalyses

In de berekeningen van paragraaf 4 zijn een aantal uitgangspunten gebruikt die zijn gebaseerd op een zekere voorspelling van ontwikkelingen in de toekomst. Het al of niet goed voorspellen van de hoogte van een aantal parameters kan het eindresultaat beïnvloeden.

Daardoor ontstaat de mogelijkheid dat een verkeerde keuze wordt gedaan uit verschillende alternatieven.

Onderstaande onzekerheden kunnen een grote invloed hebben op het eindresultaat:

- De in de berekeningen gebruikte kostengegevens voor onderhoudswerkzaamheden variëren sterk ten gevolge van de steeds wisselende omstandigheden.
- De in de berekeningen gehanteerde frequenties van onderhoud kunnen sterk verschillen ten gevolge van wisselende intensiteit van gebruik van de gebouwen, maar ook ten gevolge van wisselende invloeden van het klimaat.
- De kostengegevens voor onderhoud, en vervanging van elementen is meestal gebaseerd op de huidige techniek. Daarbij is het niet mogelijk de invloed op de kosten van onderhoud en vervanging door de introde van nieuwe materialen en werkmethodes in te schatten.
- De berekeningen zijn gebaseerd op voorspellingen met betrekking tot de ontwikkeling van kostenstijgingen en disconteringspercentages over een lange periode. Voorspellingen over periodes langer dan circa 5 jaar zijn zeer onzeker, en deze parameters hebben dan ook een zeer grote invloed op de uitkomst van de berekeningen.

Het is echter mogelijk de invloed van deze parameters op de uitkomst van de berekeningen vast te stellen. Dit kan door middel van zgn. gevoeligheidsanalyses, waarbij de berekeningen worden gemaakt met variabelen voor die parameters die het eindresultaat kunnen beïnvloeden.

Variabele parameters die kunnen worden ingevoerd in de berekeningen zijn:

- de hoogte van de prijsstijgingen;
- de hoogte van het disconteringspercentage;
- de gehanteerde onderhoudskosten en frequenties van onderhoud;
- het al of niet kunnen verkrijgen van subsidies;
- variaties in de te betalen BTW en/of Vennootschapsbelasting.

6. Conclusies en aanbevelingen

- Levensduurkostenberekeningen zijn een methodiek om een juiste keuze te kunnen maken uit diverse ontwerpalternatieven. Het voordeel van deze methodiek is dat niet alleen de initiële investeringen worden beschouwd, maar ook de tijdens de levensduur optredende exploitatiekosten.
- Door middel van levensduurkostenberekeningen is het mogelijk om aanzienlijke besparingen te realiseren tijdens de levensduur van een gebouw doordat reeds in de ontwerpfase een bewuste keuze kan worden gemaakt voor de meest optimale ontwerpopties gezien vanuit het oogpunt van levensduurkosten.
- De uitkomsten van de berekeningen hebben in het algemeen slechts een vergelijkende waarde. Door de grote onzekerheden van de diverse parameters die in de berekeningen worden ingevoerd dient met de absolute waarde van de berekeningen voorzichtig omgegaan te worden.
- Door middel van het uitvoeren van gevoeligheidsanalyses kunnen onzekerheden ten gevolge van grote variaties van parameters worden gelimiteerd, zodat verkeerde conclusies getrokken uit de berekeningen kunnen worden vermeden.
- Het verdient aanbeveling om in de bouwnijverheid meer onderzoek te doen naar het totaal van investeringskosten en exploitatiekosten, en op de invloed van beide op elkaar, om het inzicht in deze materie te vergroten, opdat reeds in een vroegtijdig stadium keuzes worden gemaakt die uiteindelijk leiden tot een betere productkwaliteit met lagere kosten.

