

Uitleg en vergelijking van winstverwachtingscriteria

Dr. M. S. A. Vrijland

1.	Inleiding	C2015- 3
2.	Winstverwachting in de conceptuele fase	C2015- 3
2.1.	Parameters	C2015- 3
2.2.	Criteria	C2015- 5
2.3.	Numeriek voorbeeld	C2015- 8
2.3.1.	Getabelleerde NPV-berekening in contante gulden	C2015- 9
2.3.2.	Getabelleerde IRR-berekening in contante gulden	C2015-10
2.3.3.	Getabelleerde NPV-berekening in nominale gulden	C2015-10
2.3.4.	Getabelleerde IRR-berekening in nominale gulden	C2015-12
2.4.	De gevoeligheid van de criteria voor veran- deringen in CF, n en i	C2015-12
3.	Winstverwachting in de begrotingsfase	C2015-15
3.1.	Additionele parameters	C2015-16
3.2.	De IRR is niet altijd eenduidig gedefinieerd	C2015-19
4.	Winstberekening in de operationele fase	C2015-20
5.	Conclusies	C2015-21
6.	Literatuur	C2015-22

1. Inleiding

Het streven naar continuïteit en groei betekent voor een onderneming een voortdurend investeren in nieuwe projecten. Voor een deel zullen die nieuwe projecten de resultaten van lopende projecten moeten verbeteren of die van aflopende moeten vervangen, en voor een ander deel zal het gaan om uitbreiding van activiteiten. Steeds zal van de nieuwe investeringen verwacht worden dat zij een inkomende *cash-flow* of kasstroom opwekken die de investering terugbetaalt, en daarnaast het beschikbaar stellen van kapitaal beloont. Bij een gezonde onderneming in een gezond economisch klimaat zullen er steeds méér investeringsmogelijkheden (*opportunities*) aan de ondernemingsleiding worden voorgelegd dan er gefinancierd kunnen worden.

Dat betekent dat de leiding keuzes zal moeten maken.

Naast talloze secundaire factoren zal de – in deze fase alleen nog maar *verwachte* – winstgevendheid van een project bij die keuze van doorslaggevende betekenis zijn.

Zowel bij de ondernemingsleiding als bij de bedenkers van projectvoorstellen is er behoefte aan het op inzichtelijke wijze kwantificeren en daarmee vergelijkbaar maken van die verwachte winstgevendheid. De daarbij meest gebruikte winstverwachtingscriteria zijn besproken door Latten [1], elders in dit handboek. In dit hoofdstuk zullen die criteria nader worden onderzocht, en met elkaar vergeleken.

2. Winstverwachting in de conceptuele fase

In de conceptuele fase van een investeringsproject is men nog niet verder dan de globale uitwerking van een idee aangaande de wijze waarop een produkt gemaakt zou kunnen worden of een kostenbesparing worden bereikt. Toch bestaat er een duidelijke behoefte aan het kunnen vaststellen van een voorkeursvolgorde voor alternatieve mogelijkheden.

2.1. Parameters

Bij het cijfermatig vastleggen van de winstverwachting zijn de volgende vier parameters van primair belang:

- I_0 [NLG] de met het project gemoeide investering;
- CF [NLG/j] de door het project op te wekken inkomende kasstroom;

C2015-4 Uitleg en vergelijking van winstverwachtingscriteria

- n [j] de levensduur van het project;
- i [-] de rentevoet van de financiering.

I_0 is het in het project te investeren bedrag. Dit zal in deze fase bepaald zijn op basis van een nog weinig gedetailleerd voorontwerp, met behulp van een zogenaamde snelle ramingsmethode [2].

De nauwkeurigheidsmarge is niet meer dan $\pm 40\%$.

Het is gebruikelijk in de conceptuele fase te werken met één totaal investeringsbedrag I_0 , dat in een keer besteed wordt, aan het begin van het eerste projectjaar, ofwel aan het eind van jaar 0. Het project, de procesinstallatie of de hele fabriek, verrijst als het ware van de ene dag op de andere uit het niets („Overnight construction concept”). I_0 wordt uiteraard opgegeven in een munteenheid (NLG, USD, DEM etc.), waarbij het gewenst is ook de tijd (1992, 1993 etc.) en de plaats (Rotterdam, Houston, Djakarta etc.) aan te geven.

CF is de door het project te genereren kasstroom of *cash-flow*. De kasstroom is gelijk aan de opbrengst (uit verkoop van het produkt of uit besparing op het verbruik), waarop de kosten *exclusief de afschrijvingen* in mindering gebracht zijn. Uit *winst = opbrengst -/- kosten* volgt:

$$\text{cash-flow} = \text{winst} + \text{afschrijvingen}.$$

Eenvoudigheidshalve wordt aangenomen dat alle inkomende en uitgaande betalingen – althans op papier – geschieden aan het eind van het jaar (c.q. de periode) waarop zij betrekking hebben. De door een project in jaar j gegenereerde cash-flow, CF_j wordt dus verondersteld beschikbaar te komen aan het eind van jaar j . In de conceptuele fase wordt gewerkt met winst vóór belasting, en dus ook met cash-flow vóór belasting.

Tenslotte wordt in de conceptuele fase doorgaans uitgegaan van een over de levensduur van het project constante cash-flow. De invloed van technische problemen bij de *startup*, van een ontwikkeling van de afzetmarkt, evenzeer als die van geldontwaarding, wordt dus in eerste instantie verwaarloosd. Tenzij daarvoor expliciet redenen zijn aan te wijzen (maar zover is het in de conceptuele fase nog niet) zullen deze factoren de winst op alternatieve projecten immers in vergelijkbare mate beïnvloeden.

n staat voor de levensduur van een project. Zowel voor procesinstallaties als voor hele fabrieken in de procesindustrie wordt daarbij in eerste instantie meestal uitgegaan van $n = 10$ jaar. Een kortere levensduur geeft op jaarbasis bij gelijke inkomsten een hogere

afschrijving en dus bij dezelfde cash-flow minder winst. Als een kortere levensduur aannemelijk is moet dat expliciet vermeld worden, en leidt dat tot een neerwaartse bijstelling van de winstverwachting. Een langere levensduur dan 10 jaar zou de overall-winstgevendheid van een project verbeteren. Het effect is in verband met de tijdwaarde van geld echter relatief gering, en bovendien is de onzekerheid groot.

i is de disconteringsvoet, die in de berekening van de netto contante waarde (of NPV, zie hieronder) van een meerjarige kasstroom de tijdwaarde van geld weerspiegelt. Voor i kan de rentevergoeding op beschikbaar gesteld kapitaal (ofwel „de kosten van kapitaal”) ingevuld worden. Deze zal mede van de marktrente op de kapitaalmarkt afhankelijk zijn, maar kan van onderneming tot onderneming verschillen. Moet voor nieuwe projecten (meer) geld geleend worden, dan is i gelijk aan de op dat geld te betalen (dus marginale) debetrente. Moet het geld onttrokken worden aan (tijdelijk) belegde middelen, dan is i de op die middelen te ontvangen (marginale) creditrente.

Als *default*waarde wordt gewoonlijk 0.10/j (of 10%/j) ingezet.

2.2. Criteria

De meest gebruikte criteria voor het kwantificeren van de winstverwachting (zie ook Latten [1]) zijn de zeer eenvoudige:

- RoI [-] Rentabiliteit, of *Return on Investment*, en de
- POT [j] Terugverdientijd, of *Payout Time*,

en de meer geavanceerde (want rekening houdend met de tijdwaarde van geld):

- NPV [NLG] Netto Contante Waarde, ofwel *Net Present Value*, en de
- IRR [-] Interne rentevoet, *Discounted cash-flow Rate of Return*

RoI het rendement op de investering – wordt in de conceptuele fase meestal gedefinieerd als het rendement op de *oorspronkelijke* investering, dus op I_0 , en is dan gelijk aan de winst gedeeld door I_0 .

Omdat er op die investering jaarlijks afgeschreven wordt, wordt ook wel gewerkt met het rendement op de *gemiddelde* investering, dus – bij lineaire afschrijving – op $\frac{1}{2}(n+1) \cdot I_0$. Omdat I_0 toch wegvalt uit het quotiënt van deze twee *RoI*'s levert de tweede niet meer relevante informatie dan de eerste.

Bij lineaire afschrijving over de levensduur geldt:

$$\text{RoI} = \frac{\text{CF} - \frac{\text{Io}}{n}}{\text{Io}} \quad (1)$$

Bedenk dat de RoI in de conceptuele fase een RoI vóór belasting is.

POT staat voor *Pay Out Time*, *Payback Period* of Terugverdiëntijd. Het is de minst gecompliceerde van alle winstverwachtingscriteria, en doorgaans de eerste check van de ontwerper. Die heeft als vuistregel in zijn hoofd dat de POT minder dan drie jaar moet zijn, wil een project kans maken. In de Amerikaanse literatuur komt men wel de inverse van de POT tegen (CF/Io), die dan het *Cash-flow Rendement*, of het *Engineer's Return* wordt genoemd.

$$\text{POT} = \frac{\text{Io}}{\text{CF}} \quad (2)$$

De POT is eigenlijk alleen een geschikt criterium voor projecten met een constante cash-flow, die tenminste aanhoudt gedurende de terugverdiëntijd. Zodra de cash-flow een niet-lineair profiel heeft is de POT niet meer eenduidig te bepalen. Ook het contant maken van de cash-flows in de verschillende projectjaren (zie hieronder bij NPV) om dan de zogenaamde DPOT (Discounted of „reële” POT) te berekenen is weinig zinvol, omdat daaruit geen nieuwe informatie wordt verkregen. Wie projecten met een niet-lineair cash-flow profiel toch op basis van de POT wil vergelijken, zou dat kunnen doen met behulp van de *Equivalent Ranking Time* [3].

NPV betekent Net Present Value, of in het Nederlands Netto Contante Waarde.

Omdat een gulden-nù ook nù belegd kan worden, en dan door het opleveren van rente met een factor $(1 + i)$ per jaar groeit, is hij over één jaar $(1 + i)$ gulden waard, over twee jaar $(1 + i)^2$ en over n jaar $(1 + i)^n$ gulden. Omgekeerd is een gulden-van-over-een-jaar nu $1/(1 + i)$ gulden waard, en eentje-van-over- n -jaar nu $1/(1 + i)^n$ gulden. Het op deze wijze – door *disconteren* – naar nù, dus naar het eind van jaar 0, brengen van in de toekomst te ontvangen gulden noemt men het contant maken van die toekomstige gulden.

N.B.: de bedoelde meerwaarde van een gulden-straks ten opzichte van een gulden-nù heeft betrekking op de reële koopkracht, en staat geheel los van een eventueel optredende inflatie! De gulden-nù kan met ingang van nù productief gemaakt worden, en groeit daardoor in koopkracht.

Aan het eind van jaar 0 wordt een bedrag I_0 geïnvesteerd om een cash-flow op gang te brengen die (op papier) aan het eind van elk van de jaren 1 tot en met n gerealiseerd wordt. De som van de contante gemaakte cash-flows die een project zal opleveren is de contante waarde van die cash-flows. Trekt men daar de investering van af die nodig was om de cash-flow op gang te brengen dan heeft men de Netto Contante Waarde of NPV.

$$NPV = -I_0 + \sum_{j=1}^n \frac{CF_j}{(1+i)^j} \quad (3)$$

In de conceptuele fase, onder de veronderstelling van een van jaar tot jaar gelijkblijvende cash-flow en een $i \neq 0$ kan deze formule door reeksontwikkeling herleid worden tot:

$$NPV = I_0 + CF \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \quad (4)$$

De informatie die een NPV berekening geeft kan als volgt worden verwoord: het uitvoeren van een project dat een investering-nu van I_0 NLG vraagt om dan aan het eind van de jaren 1 t/m n een cash-flow CF_t NLG te genereren, levert een over die n jaren gesommeerde winst op met een contante waarde van NPV NLG. Dit onder de voorwaarde dat in het project gestoken geld $i\%$ rente kost terwijl uit het project vrijkomend geld diezelfde $i\%$ rente oplevert c.q. bespaart.

Anders gezegd: als ik datzelfde project uitvoer (bij absolute zekerheid ten aanzien van I_0 , $CF_{1..n}$, n en i , en vóór belasting) kan ik nu NPV NLG in mijn zak steken of daar een feestje van bouwen. Omdat de NPV berekend wordt op basis van de cash-flow (vóór winstbelasting), en niet op basis van de winst, is hij onafhankelijk van de voor het project gekozen afschrijvingsmethode, respectievelijk van de wijze waarop een eventuele schuld wordt afgelost.

Omdat een NPV voor het tijdstip „nu” als eind van jaar 0 wordt bepaald, wordt hij lager als de investering uitgesteld wordt: Als nu geïnvesteerd wordt en de $NPV_{0,1}$ is X NLG, dan zal van nu uit bekeken bij een jaar uitstel de $NPV_{0,1}$ dalen tot $X/1.1$ NLG. Als het project over een jaar opnieuw bekeken wordt is de $NPV_{0,1}$ dan natuurlijk weer gewoon X NLG. Worden deelprojecten samengevoegd tot één groter hoofdproject, dan mogen de NPV's (mits voor hetzelfde tijdstip berekend) bij elkaar opgeteld worden.

IRR De in de vorige alinea berekende NPV is in hoge mate afhankelijk van de voor het disconteren van de cash-flows gebruikte disconteringsvoet i . Voor i kan worden gekozen uit (bijvoorbeeld) 7,7% (als dat percentage representatief is voor de marginale kosten van kapitaal van de onderneming), 10% (als de *default*waarde), of 17,0% (als de ondernemingsleiding geen projecten wil uitvoeren die niet tenminste 17,0% rente op het geïnvesteerde bedrag opleveren; die 17% wordt dan de *cut off rate* genoemd). Het is ook mogelijk met een *trial and error*-procedure een zodanige i te zoeken dat de NPV gelijk wordt aan nul. Die i is dan per definitie de interne rentevoet, IRR of DCFRR. (Internal c.q. Discounted cash-flow Rate of Return). De IRR is dus die disconteringsvoet waarbij de contante waarde van de toekomstige cash-flows gelijk is aan de investering

$$I_0 = \sum_{j=1}^{j=n} \frac{CF_j}{IRR (1 + IRR)^n} \quad (5)$$

of, voor een in de tijd constante cash-flow:

$$I_0 = CF \frac{(1 + IRR)^n - 1}{IRR (1 + IRR)^n} \quad (6)$$

De IRR kan berekend worden zonder dat een i gekozen hoeft te worden.

Het uitvoeren van een project waarvoor een IRR is berekend van $x\%$ betekent dat (bij absolute zekerheid ten aanzien van I_0 , CF_t en n en vóór belasting) het in dat project geïnvesteerde bedrag een jaarrente oplevert van $x\%$ over dat deel van het investeringsbedrag dat nog in het project vastgelegd is. Daarbij wordt het verschil tussen cash-flow en de daaruit te betalen rente gebruikt voor aflossing op de initiële schuld c.q. afschrijving op de oorspronkelijke investering.

De IRR van een project is onafhankelijk van de plaats op de tijdas waarvoor hij berekend is. Bij uitstel van een project blijft de IRR (in tegenstelling tot de NPV) dezelfde. Wil men deelprojecten samenvoegen tot één hoofdproject, dan moeten de investeringen en de jaarlijkse cash-flows per jaar gesommeerd worden en een nieuwe IRR bepaald.

2.3. Numeriek voorbeeld

De hierboven gedefinieerde winstverwachtingscriteria zullen nu onderling vergeleken worden met een rekenmodel:

Uit:	Io	=	800 kNLG _{1992,NL}	volgt:	RoI	=	21.3 %/j
	CF	=	250 kNLG _{1992,NL}		POT	=	3.2 j
	n	=	10 jaar		NPV	=	736 kNLG
	i	=	10 %/j		IRR	=	28.8 %/j

berekend met respectievelijk de formules (1), (2), (4) en (6).

De RoI en de POT zullen geen verdere uitleg behoeven. Voor de begrippen NPV en IRR kunnen de tabellen 1 t/m 4 nog verhelderend werken. Zij zijn uitgeschreven voor het eenvoudige numerieke voorbeeld met van jaar tot jaar constante cash-flow. De tabellen kunnen met evenveel gemak opgesteld worden voor elk willekeurig cash-flow-profiel.

2.3.1. Getabelleerde NPV-berekening in contante guldens

Tabel 1 laat zien hoe de cash-flow voor elk jaar contant gemaakt wordt door disconteren. De eerste kolom („Eind van jaar”) geeft de jaartelling. In de tweede kolom staat de voor dat jaar verwachte cash-flow. Voor het eind van jaar 0 is deze niets anders is dan de oorspronkelijke investering Io, die zo beschouwd wordt als een negatieve – uitgaande – cash-flow. Voor het eind van de jaren 1 t/m 10 is de positieve – inkomende – cash-flow telkens 250 kNLG.

Evj	cash-flow	Cum CF	DCF à	Cum DCF
Disconteringsvoet:			10.00%	
0	-800	-800	-800	-800
1	250	-550	227	-573
2	250	-300	207	-366
3	250	-50	188	-178
4	250	200	171	-8
5	250	450	155	148
6	250	700	141	289
7	250	950	128	417
8	250	1200	117	534
9	250	1450	106	640
10	250	1700	96	736

Tabel 1. NPV-berekening met DCF en Cum DCF in contante guldens Evj 0.

Evj 0: $CF = -Io = -800$; $DCF = -800/1.1^0 = -800$; $Cum DCF = 0 - 800 = -800$.

Evj 1: $CF = 250$; $DCF = 250/1.1 = 227$; $Cum DCF = -800 + 227 = -573$. enz.

De derde kolom geeft de cumulatieve cash-flow, waaruit we onder meer kunnen zien dat de POT iets langer is dan drie jaar. De vierde

kolom geeft voor elk jaar de met een disconteringsvoet van 10% gediscoteerde cash-flow ($= CF_t/(1+i)^j$), die vervolgens in de vijfde kolom bij de cumulatieve (tot op dat moment) discounted cash-flow opgeteld wordt. Aan het eind van jaar 10 is de cumulatieve DCF gelijk aan 736 kNLG, de NPV_1 van het voorbeeldproject.

2.3.2. *Getabelleerde IRR berekening in contante guldens*

De IRR wordt bepaald met behulp van een *trial and error*-procedure: tabel 1 wordt net zo lang met een nieuwe waarde voor de disconteringsvoet herberekend tot de NPV, de cumulatieve discounted cash-flow precies 0 is. De waarde die de IRR dan heeft is de IRR. $NPV_{IRR} = 0$.

Voor dit soort berekeningen is een *spreadsheet* uiteraard bij uitstek geschikt. De best bekende spreadsheets kennen zelfs de functies @ PV en @ IRR, waarmee de benodigde inspanning geminimaliseerd kan worden.

Tabel 2 verschilt van tabel 1 alleen maar in de waarde van de gebruikte disconteringsvoet en in de daarop gebaseerde waarden voor de DCF en de Cum DCF.

Evj	cash-flow	Cum CF	DCF à	Cum DCF
Disconteringsvoet:			28.75%	
0	-800	-800	-800	-800
1	250	-550	194	-606
2	250	-300	151	-455
3	250	-50	117	-338
4	250	200	91	-247
5	250	450	71	-176
6	250	700	55	-121
7	250	950	43	-79
8	250	1200	33	-46
9	250	1450	26	-20
10	250	1700	20	0

Tabel 2. IRR-berekening met laatste kolommen in contante guldens Evj 0.

2.3.3. *Getabelleerde NPV-berekening in nominale guldens*

In tabel 3 is gekozen voor een geheel andere benadering. Nu wordt het project op papier gefinancierd met een $i\%$ hypotheeklening, die zo snel als dat mogelijk is uit de cash-flow wordt afgelost. Is de schuld gedelgd, dan wordt de daarna binnenkomende cash-flow belegd, tegen dezelfde $i\%$ rente, en er ontstaat een „spaarsaldo” of negatieve schuld.

De cash-flow (CF) die aan het eind van de jaren 1 tot en met 10 (Evj) geboekt wordt, wordt op dat tijdstip steeds gebruikt om $i\%$ rente te betalen over de schuld in het afgelopen jaar (te vinden in de kolom „Schuld” in de rij van het voorafgaand jaar) waarbij er dan nog een bedrag (CF $-$ rente) = Aflos(sing) overblijft om op de schuld af te lossen. Het volgend jaar wordt dan rente betaald over de nieuwe, nu lagere, schuld, terwijl het (nu grotere) restant weer voor aflossing gebruikt wordt. In dit voorbeeld is de cash-flow groter dan nodig zou zijn voor aflossing volgens de zogenaamde annuïteitenmethode. Bij die methode wordt het jaarlijks aan rente + aflossing te betalen bedrag zo gekozen dat het niet alleen van jaar tot jaar gelijk is, maar ook precies groot genoeg om de hele schuld af te lossen, en niet meer dan dat. Met een schuld van 800 kNLG tegen $10\%/j$, volgens de annuïteitenmethode af te lossen in 10 jaar zou daarvoor een jaarlijkse cash-flow van 130.2 kNLG volstaan. (Te berekenen met formule (4) met $NPV = 0$, $I_0 = 800$ en $i = 0.1$). In het voorbeeld is de cash-flow $250 - 130.2 = 119.8$ kNLG groter dan nodig is voor annuïteitenaflossing, zodat er vanaf het vijfde jaar gespaard in plaats van geleend wordt, en rente ontvangen wordt in plaats van betaald. De „schuld” Evj 10 is (dan) $-$ 1909 kNLG. Door disconteren constant gemaakt, ofwel teruggebracht naar Evj 0, wordt dit een bedrag van $1909/1.1^{10} = 736$ kNLG, en dat is dan natuurlijk weer de $NPV_{0.1}$ van het project.

Evj	cash-flow	Schuld	Rente	Aflos
Disconteringsvoet:			10.00%	
0	-800	800		
1	250	630	80	170
2	250	443	63	187
3	250	237	44	206
4	250	11	24	226
5	250	-238	1	249
6	250	-512	-24	274
7	250	-813	-51	301
8	250	-1144	-81	331
9	250	-1509	-114	364
10	250	-1909	-151	401

Tabel 3. NPV-berekening met alle kolommen in nominale guldens.

Evj 0: CF = $-$ $I_0 = -800$ kNLG; Schuld = 800 kNLG.

Evj 1: CF = 250 kNLG; Rente = $10\% \cdot$ Schuld-in-jaar-1 = $10\% \cdot 800$ kNLG = 80 kNLG; Aflossing = 250 $-$ 80 = 170 kNLG; Nieuwe schuld is 800 $-$ 170 = 630 kNLG; enzovoort.

2.3.4. Getabelleerde IRR-berekening in nominale guldens

Zoals tabel 2 volgde op tabel 1, volgt tabel 4 op tabel 3:

Als disconteringsvoet is nu weer de IRR genomen.

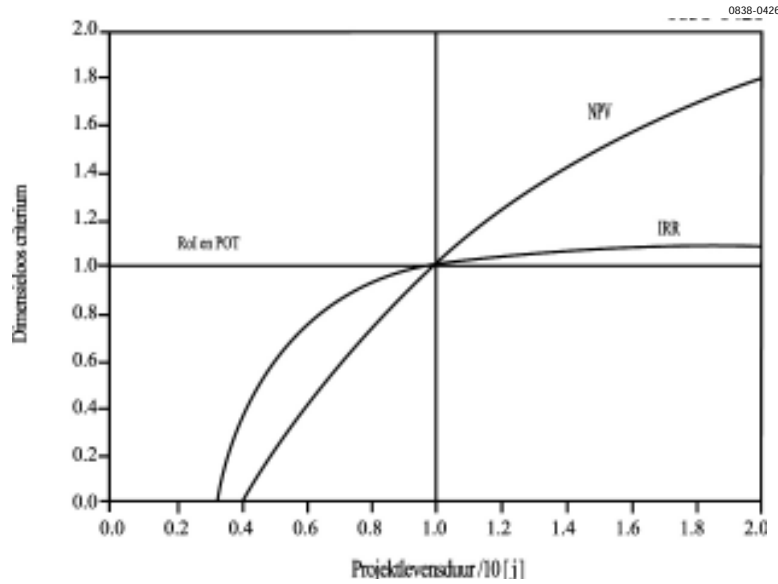
Evj	cash-flow	Schuld	Rente	Aflos
Disconteringsvoet:			28.75%	
0	800	800		
1	250	780	230	20
2	250	754	224	26
3	250	721	217	33
4	250	679	207	43
5	250	624	195	55
6	250	553	179	71
7	250	462	159	91
8	250	345	133	117
9	250	194	99	151
10	250	0	56	194

Tabel 4. IRR berekening in nominale guldens: schuld Evj 10 = 0!

De berekeningen voor het opstellen van tabel 4 zijn geheel analoog aan die voor het opstellen van tabel 3, met als enige verschil dat de rentevoet nu 28.75% in plaats van 10.0% is. Uit tabel 4 blijkt ook dat een 28.75%-annuïteitenhypotheek van 800 kNLG jaarlijks 250 kNLG zou kosten.

2.4. De gevoeligheid van de criteria voor veranderingen in CF, n en i

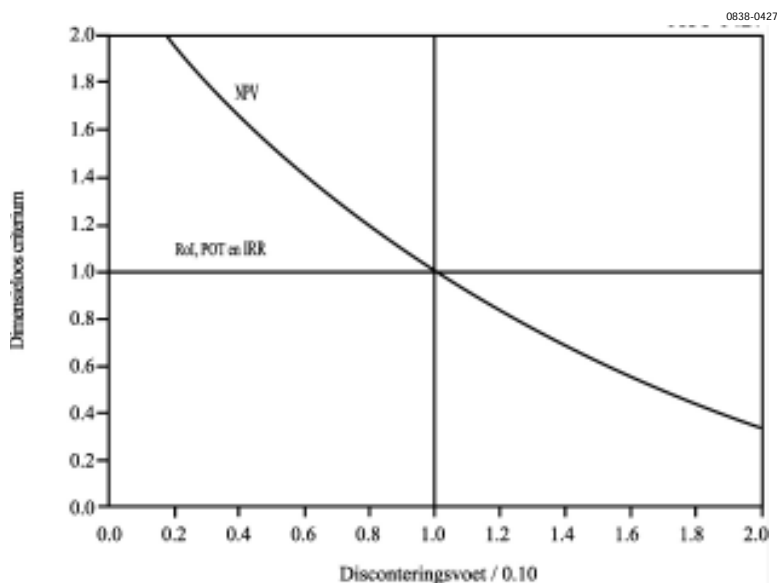
In deze paragraaf wordt besproken hoe gevoelig de diverse criteria zijn voor afwijkingen in de waarden van de parameters CF, n en i. De getallen uit 2.3 worden daarbij als uitgangspunt gehanteerd, en elk van de drie parameters wordt gevarieerd tussen nul- en tweemaal zijn standaardwaarde, waarbij de andere twee constant gehouden worden. Niet alleen de parameters, maar ook de vier criteria worden dimensieloos gemaakt door telkens de bij de nieuwe parameterwaarde berekende waarde voor het betreffende criterium te delen door de oorspronkelijke waarde. De resultaten zijn vastgelegd in de figuren 1 tot en met 3.



Figuur 1. Criterium versus looptijd.

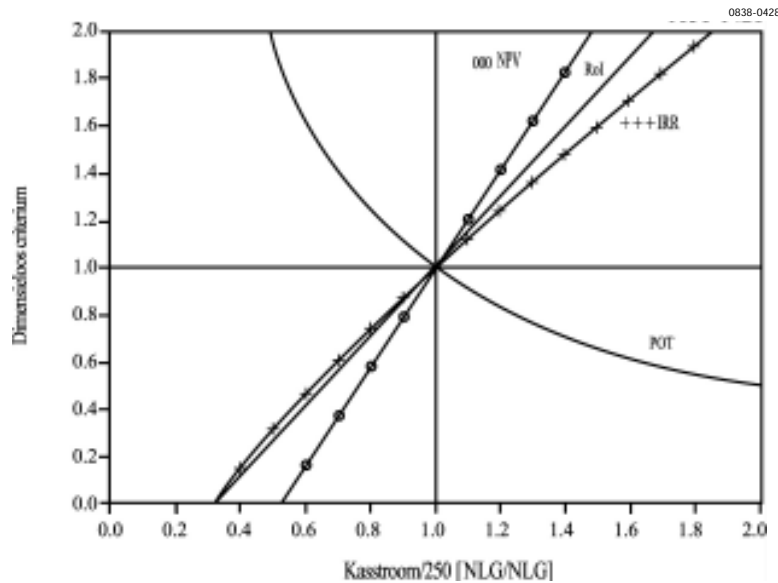
In figuur 1 zijn de dimensieloze waarden voor de vier criteria uitgezet tegen de eveneens dimensieloos gemaakte looptijd. RoI en POT zijn onafhankelijk van de looptijd, terwijl NPV en IRR een met de looptijd afnemende groei laten zien: cash-flows in latere jaren beïnvloeden de NPV en de IRR steeds minder, en beide gaan naar een limiet. Voor de IRR is het zelfs nauwelijks relevant meer of een project een looptijd langer dan 10 jaar heeft of niet, omdat de limiet voor $n \rightarrow \infty$ gelijk is aan CF/I_0 , en dus in figuur 1 op $[(250/800)/0.2875] = 1.09$ ligt. Voor de NPV is de limiet voor $n \rightarrow \infty$ gelijk aan $CF/i - I_0$, en die krijgt dus in figuur 1 de waarde $2.31 = [(250/0.1) - 800]/736$.

Figuur 2 laat de vier criteria zien als functie van de te kiezen (of door de markt bepaalde) disconteringsvoet. RoI, POT en IRR zijn onafhankelijk van die disconteringsvoet. De NPV loopt hyperbolisch van $1700/736 = 2.31$ voor $i = 0\%$, via 1.00 voor $i = 10\%$, naar $0/736 = 0$ voor $i = \text{IRR} = 28.75\%$. N.B.: Bij de bespreking van figuur 5 wordt nog teruggekomen op de gevolgen van het niet-constant zijn van de cash-flow voor de NPV en de IRR.



Figuur 2. Criterium versus disconteringsvoet.

In figuur 3 gaat het om de effecten van een verandering in de (van jaar tot jaar wel gelijk blijvende) kasstroom. Duidelijk is dat met toenemende cash-flow de POT daalt, en dat de andere drie stijgen. Voor de RoI en voor de NPV is het verband met de cash-flow lineair, zoals ook is in te zien is door bestuderen van de formules (1) en (4).



Figuur 3. Criterium versus kasstroom.

3. Winstverwachting in de begrotingsfase

In de begrotingsfase zal nauwkeuriger dan in de conceptuele fase mogelijk (en qua kosten verantwoord) is, gekeken moeten worden naar de winstverwachting van alternatieve projecten. Het opstellen van een budgetbegroting ($\pm 5\%$) is geen monodisciplinair karwei meer. Deze zal tot stand moeten komen uit de samenwerking van procestechnologen, werktuigkundigen en *cost engineers*. De investering zal nauwkeuriger ($\pm 5\%$) geschat zijn, zowel ten aanzien van de hoogte als van de spreiding in de tijd. Daarnaast zullen *marketeers* in samenwerking met belastingexperts en accountants zich moeten uitspreken over het verwachte cash-flow-profiel, en over de kosten van kapitaal.

In de begrotingsfase zullen tal van factoren meegenomen moeten worden die met elkaar zullen resulteren in een niet-lineair en per project verschillend cash-flow-profiel in de tijd. RoI en POT zijn dan niet langer geschikt als winstverwachingscriteria. De NPV en de IRR komen pas dan goed tot hun recht. Wie de wijze van berekenen en de betekenis van deze criteria zoals boven besproken voor de

conceptuele fase echter doorziet, zal geen enkele moeilijkheid hebben met het berekenen en interpreteren van NPV en IRR in de begrotingsfase.

3.1. *Additionele parameters*

t	[-]	het percentage winstbelasting;
CF(j)	[NLG]	het tijdsafhankelijke cash-flow profiel;
p	[-]	de bouwtijd;
I _{wc}	[NLG]	de investering in het werkkapitaal;
I _s	[NLG]	de sloopwaarde.

t

staat voor het percentage belasting op de winst. De winst ná belasting is gelijk aan $(1-t)$ maal de winst vóór belasting. In de conceptuele fase werden de berekeningen niet onnodig gecompliceerd met winstbelasting. Onnodig, omdat in eerste instantie mag worden aangenomen dat alle projecten op overeenkomstige wijze aan deze belasting onderhevig zullen zijn. De winstbelasting zal, afgezien van buitengewone omstandigheden die pas in een latere fase worden meegenomen, niet discrimineren tussen alternatieven, en dus ook geen invloed hebben op een prioriteitsvolgorde van projecten. In de begrotingsfase moeten de effecten van winst- (en van andere!) belastingen wel worden meegenomen. Hierbij is echter de inbreng van een belastingdeskundige dringend gewenst.

De NPV en de IRR van een project worden berekend op basis van de cash-flow, en niet op basis van de winst. Het afschrijvingspatroon van een investering (lineair, naar boekwaarde of vervroegd) beïnvloedt weliswaar niet de cash-flow vóór belasting, maar via de winst en de daaraan gekoppelde winstbelasting wél de cash-flow ná belasting.

$$CF_{\text{ná belasting}} = CF_{\text{vóór belasting}} - t * \text{Winst}_{\text{vóór belasting}}, \text{ en}$$

$$\text{Winst}_{\text{vóór belasting}} = CF_{\text{vóór belasting}} - \text{afschrijvingen}$$

Door snel af te schrijven wordt de winst, en daarmee ook de winstbelasting, naar de toekomst verschoven. De cumulatieve afschrijvingen (gelijk aan de oorspronkelijke investering) en de cumulatieve winst, genomen over de levensduur van het project, blijven in nominale guldens dezelfde, maar door sneller af te schrijven neemt de contante waarde van de cumulatieve afschrijvingen toe ten koste van de cumulatieve winst, en daarmee van de af te dragen winstbelasting. De contante waarde van de cumulatieve

cash-flow ná belastingen neemt toe, en daarmee de investeringsmogelijkheden in nieuwe projecten.

CF(j)

Een afzetmarkt kan langzaam opgebouwd moeten worden, er kunnen prijsverlagingen of -verhogingen voorzien worden, de inning van belastingen kan uitgesteld zijn, er kan sprake zijn van een niet-verwaarloosbare inflatie, een niet verwaarloosbaar werkkapitaal, of het project heeft een sloopwaarde. In al deze gevallen zal de cash-flow niet-lineair, ofwel niet van jaar tot jaar dezelfde zijn.

Als twee projecten een verschillend cash-flow profiel hebben kan dat betekenen dat de NPV van het ene project hoger is dan van het andere, terwijl voor de IRR het omgekeerde geldt. Welk project is nu het meest aantrekkelijk?

In onderstaand voorbeeld worden beide projecten geëvalueerd bij $i = 5\%/j$ als de kosten van kapitaal.

Project A: $I_0 = 800$ kNLG, $CF_{1-10} = 250$ kNLG/j, $n = 10$ j; IRR = 28,8% en $NPV_{0,05} = 1130$ kNLG.

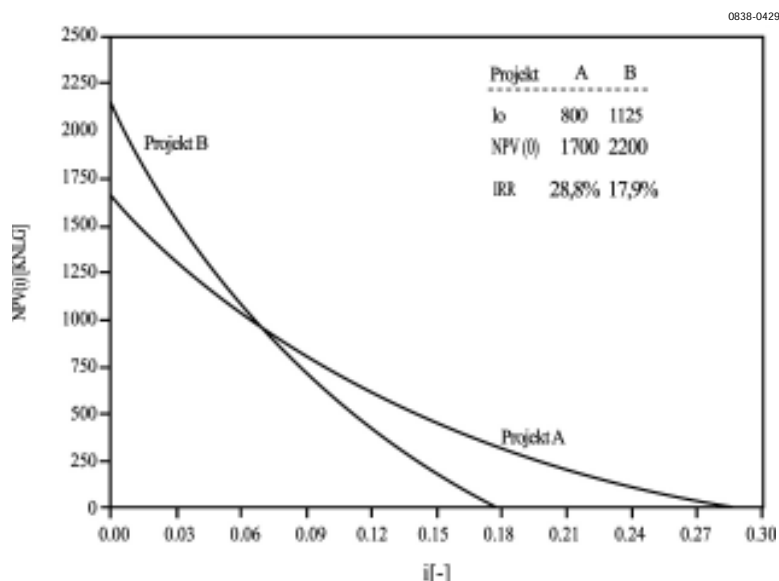
Project B: $I_0 = 1125$ kNLG, $CF_j = 100 \cdot 1.25^j$, $n = 10$ j; IRR = 17.9% en $NPV_{0,05} = 1234$ kNLG.
(De cash-flow van Project B groeit met de tijd).

Figuur 4 geeft de NPV's als functie van de disconteringsvoet i . Bij $i < 6.9\%$ heeft B een hogere NPV heeft dan A, terwijl de DCFRR van B, af te lezen op de X-as bij $NPV = 0$, juist lager is dan die van A. Dit is heel goed te verklaren:

B heeft in het begin een veel lagere cash-flow (100 vs 250 kNLG eind van jaar 1) dan A, maar door de groei met 25% per jaar in de latere jaren een veel hogere (745 vs 250 kNLG eind van jaar 10). Zijn de kosten van kapitaal (in dit voorbeeld) hoger dan 6.9%/j, waar de twee curven elkaar snijden, dan verdient A de voorkeur, zijn ze lager dan is B de betere keus.

p

In tegenstelling tot wat in de conceptuele fase aangenomen wordt moet in de begrotingsfase de bouwtijd wèl worden meegenomen.



Figuur 4. $NPV(i)$ voor 2 projecten als $f(i)$.

Afhankelijk van de omvang van een project kunnen er jaren verlopen waarin voorbereidingskosten worden gemaakt, bouwtermijnen aan de aannemers moeten worden voldaan, enzovoort. Al deze bedragen vormen tezamen I_0 . Zij mogen pas bij elkaar opgeteld worden als zij naar hetzelfde tijdstip zijn gebracht, het eind van jaar 0. Kosten gemaakt in voorafgaande jaren $(-3, -2, -1)$ worden contant gemaakt door disconteren. Delen door $(1+i)^{-j}$ is hetzelfde als vermenigvuldigen met $(1+i)^{+j}$.

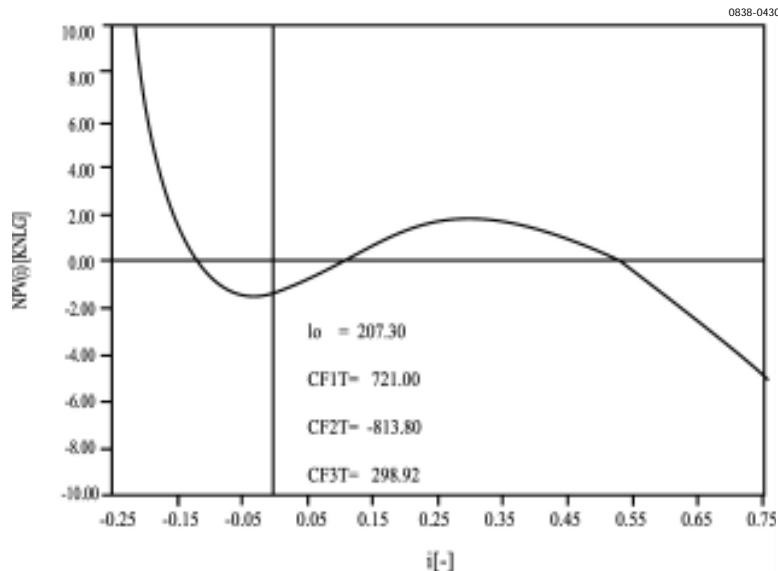
I_{wc}

Rond de startup van een fabriek moeten er additionele middelen worden vastgelegd in kasgeld en voorraden van grondstoffen en gereed produkt. Dit vraagt een extra investering die I_0 groter maakt, en anderzijds een positieve bijdrage zal leveren in het laatste jaar, omdat dan alle voorraden te gelde kunnen worden gemaakt.

I_s

Het is mogelijk dat een installatie of een fabriek aan het eind van zijn levensduur nog een restwaarde heeft. Deze kan positief zijn (bijvoorbeeld de schrootwaarde), maar ook negatief (bijvoorbeeld bij bodemverontreiniging). In beide gevallen vormt de sloopwaarde een bijdrage in de cash-flow van het laatste jaar.

3.2. De IRR is niet altijd eenduidig gedefinieerd



Figuur 5. IRR = -12.6 of +8.8 of 51.6%

Figuur 5 laat de NPV zien als functie van i voor een geconstrueerd, maar niet ondenkbaar geval:

- $I_0 = 207.30$ kNLG;
- $CF_1 = 721.00$ kNLG;
- $CF_2 = -813.80$ kNLG; en
- $CF_3 = 298.92$ kNLG.

Voor i 's tussen -0.25 en $+0.75$ kan de NPV_i berekend worden met behulp van formule (3). Deze formule is die van een derdegraads vergelijking in $1/(1+i)$, en blijkt drie wortels te hebben waar $NPV = 0$: $i = -12.55\%$, $i = 8.80\%$ en $i = 51.56\%$. Deze wortels kunnen alle drie beschouwd worden als „de” IRR. Maken we een tabel als tabel 4 met deze waarden voor de IRR, dan blijkt dat in alle drie gevallen te kloppen.

Dit soort probleem manifesteert zich in het bijzonder als er vrij in het begin een relatief grote negatieve cash-flow is. De beste oplossing is dan na te gaan hoe dat komt (bijvoorbeeld door een investeringsuitbreiding), en die cash-flow dan te splitsen in een positief

deel (verkoopopbrengst of besparing) en een negatief deel (bij-investering). De laatste wordt dan *tegen een i die de kosten van kapitaal representeert*, teruggerekend naar Eind van jaar 0. Nu zal er een eenduidige oplossing gevonden worden. Negatieve wortels kunnen overigens buiten beschouwing blijven omdat acceptatie daarvan zou betekenen dat geld lenen rente oplevert, en geld beleggen rente kost. Wortels die ver boven gebruikelijke marktrente percentages liggen (zoals 52%) kunnen buiten beschouwing blijven vanwege de aan IRR-berekeningen ten grondslag liggende aanname dat vrijkomende middelen herbelegd kunnen worden tegen het IRR percentage. Ook voor het eerder (in 2.3) beschreven voorbeeld laat zich naast de IRR van 28.75% een tweede maar onwaarschijnlijke waarde van -182.5% voor de IRR berekenen.

4. Winstberekening in de operationele fase

ROCE [-] *Return on Capital Employed*

Voor de eigenaren (aandeelhouders) van een onderneming is uiteindelijk niet de te verwachten RoI, de POT, de NPV of de IRR van projecten van belang, maar de gerealiseerde totale winst die voortkomt uit het uitvoeren van alle projecten gezamenlijk. Zij zijn dan meer geïnteresseerd in de ROCE: het *Return on Capital Employed* of het *Accountant's Return*. Er is geen direct verband met in dit hoofdstuk beschreven winstverwachtingscriteria, ook niet als die verwachtingen op zich gerealiseerd bleken te worden.

Alleen als een onderneming voortdurend al zijn middelen geïnvesteerd heeft in projecten met een IRR van 15%, die voortdurend naadloos op elkaar aansluiten, zal de ROCE ook 15% zijn. Treden er perioden op waarin uit de projecten vrijkomende middelen tijdelijk tegen een lagere rente moeten worden uitgezet, dan heeft dit een neerwaartsgericht effect op de ROCE.

Omdat de RoI gedefinieerd is als rendement op de oorspronkelijke investering, terwijl in werkelijkheid de boekwaarde met de tijd afneemt door afschrijvingen, is onder dezelfde voorwaarden de ROCE hoger dan de gemiddelde RoI.

5. Conclusies

Met de hulpmiddelen die thans vrij algemeen ter beschikking staan, zoals programmeerbare calculators en *spreadsheet software* is het uitrekenen van de verschillende winstverwachtingscriteria, en het uitvoeren van een gevoeligheidsanalyse op afwijkingen in de parameters zeer eenvoudig geworden. Zowel (financiële) zakrekenmachines als de moderne *spreadsheet*-programma's hebben ingebouwde functies voor de NPV en de IRR.

Om echter op zinvolle wijze met de verschillende criteria om te kunnen gaan is het noodzakelijk de exacte betekenis ervan te doorzien.

De conceptuele fase voltrekt zich op projectniveau: technici ontwerpen alternatieven, en gebruiken de criteria voor het vergelijken van die alternatieven, met optimalisatie van hun procesontwerp als oogmerk.

De uiteindelijke winstgevendheid van projecten wordt echter niet alleen bepaald door het procesontwerp. Belastingen, heffingen, subsidies, marktontwikkeling, afschrijvingspolitiek, enzovoort, spelen daarbij ook een rol. Het vaststellen van de exacte invloed daarvan op de winstgevendheid van een project valt echter buiten de normale competentie van technici op projectniveau. Deze moet op ondernemingsniveau, met behulp van specialisten op de gebieden van marketing, belastingen, boekhouden en dergelijke worden vastgesteld.

Tenzij er verschillen zijn in het *cash-flow-profiel* in de tijd of in de levensduur van een project, heeft de tijdwaarde van geld geen invloed op de voorkeursvolgorde van alternatieven. Relevante verschillen in cash-flow profiel en/of in levensduur zullen pas aan het licht komen in de begrotingsfase van een project. *In de conceptuele fase leiden RoI, POT, NPV en IRR alle tot precies dezelfde rangorde, zodat ze alle vier even bruikbaar zijn.* Geen van de vier geeft op zich – ook niet in combinatie met een van de andere – volledige en dus voldoende informatie. Nog afgezien van alle andere overwegingen die een investeringsbeslissing zullen beïnvloeden, kan met het opgeven van louter de RoI, de POT, de NPV en/of de IRR niet worden volstaan. Door deze criteria wordt immers noch de omvang van de investering, noch de grootte van de cash-flow en een eventuele jaarlijkse fluctuatie vastgelegd.

6. Literatuur

- [1] Latten, M. M. J., *Beoordeling van investeringsvoorstellen*, Handboek Cost Engineers, C2010, 1 t/m 14. Alphen aan den Rijn 1990.
- [2] Bijlert, W. A. van, *Snelle ramingsmethoden*, Handboek Cost Engineers, G3110, 1 t/m 16. Alphen aan den Rijn 1991.
- [3] Vrijland, M. S. A., Why engineers love POT. In: *Proceedings of the 11th International Cost Engineering Congress, Q3-1/5*. Parijs 1990.