

I3 Kwantificering opbrengsten van een risicodragende IT-investeringsportfolio

Rob Peters en Chris Verhoef

13.1 Inleiding

IT-portfoliomanagement houdt zich bezig met de vraag hoe de economische waarde van de IT-investeringsportfolio zo goed mogelijk kan worden gemanaged. Een bedrijf heeft vaak de keuze uit verschillende investeringsalternatieven en wil het portfolio zodanig samenstellen dat die past binnen het beschikbare investeringsbudget en een zo hoog mogelijke economische waarde voor het bedrijf creëert.

Een bekende en algemeen geaccepteerde methode om de economische waarde van een IT-investeringsportfolio te bepalen is de som te berekenen van de netto contante waarden (NCW's) van de individuele projecten, die deel uitmaken van het portfolio. De berekening van de NCW van een project is gebaseerd op de inschatting van de stroom van inkomsten en uitgaven gedurende de levensduur van het projectresultaat. Het projectresultaat is in ons geval een informatiesysteem dat wordt gebruikt om inkomsten te verwerven. Bij de berekening van de NCW van een project worden kosten en baten in latere perioden lager gewaardeerd dan in eerdere perioden. Om al het geld dat wordt verdiend en uitgegeven onder één noemer te brengen, worden de bedragen verdisconteerd tegen een vermogenskostenvoet, ook wel de discountfactor genoemd.

Bij de schatting van de economische waarde van een investeringsportefeuille behoort rekening te worden gehouden met de verschillende soorten risico's die het bedrijf loopt bij de uitvoering van de investeringsprojecten. Uiteraard is er het risico dat de stroom van inkomsten die men verwacht te toucheren, na oplevering van het projectresultaat tegenvallen. Wij noemen dit het businessdomeinrisico. Alleen de business die het project initieert kan wat zinnovs zeggen over het businessdomeinrisico. Vanuit de IT-invalshoek is dat niet mogelijk.

Bij de schatting van de portfolio-opbrengsten hebben we echter ook te maken met het risico dat projecten mislukken en/of de bouwkosten en operationele kosten veel hoger worden dan verwacht. We spreken dan over IT-risico en in het kwantitatieve effect van dit risico kan het IT-domein wel inzicht verschaffen aan de besluitvormers. In dit hoofdstuk laten we voor een combinatie van drie IT-risicofactoren zien hoe groot hun effect kan zijn op de uitkomst van de berekening van de opbrengsten van een investeringsportfolio:

- Het risico dat projecten volledig mislukken.
- Het risico dat van een project het ontwikkelbudget wordt overschreden en de ontwikkelduur langer wordt als gevolg van het verschijnsel *requirements creep*. Ook de operationele kosten van het systeem na ingebruikname stijgen dan.
- Het risico dat de bouwkosten van een systeem stijgen als gevolg van het verschijnsel *time compression*.

We spreken van *requirements creep* indien tijdens het bouwtraject van een systeem aanvullende functionaliteitseisen worden gesteld. Het systeem groeit daardoor in omvang, waardoor de ontwikkeltijd toeneemt en de ontwikkelkosten en operationele kosten stijgen.

We spreken over *time compression* bij de bouw van een systeem indien minder tijd beschikbaar wordt gesteld voor de systeemontwikkeling dan technisch nodig is. Het systeem moet dan geforceerd in kortere tijd gebouwd worden, waardoor de ontwikkelkosten stijgen.

Indien we rekening houden met de kans dat projecten volledig kunnen mislukken dan spreken we over de berekening van de verwachte opbrengsten van het portfolio. Het bijvoeglijk naamwoord *verwachte* maakt duidelijk dat de opbrengsten de gemiddelde uitkomst zijn van een kansverdeling van mogelijke portfolio-opbrengsten. We laten in dit hoofdstuk zien hoe de kansverdeling in beeld kan worden gebracht. De kansverdeling levert veel meer informatie op dan de verwachte waarde van het portfolio alleen. Voor elk willekeurig bedrag kan de kans worden berekend dat de opbrengsten van het portfolio lager uitkomen dan dat bedrag. Afhankelijk van de risicovoorkeur dan wel risicoafkeer van de beslisser kan deze een afgewogen beslissing nemen over de acceptatie van het portfolio.

13.2 Ontwikkeling IT-portfoliomodellen aan de VU

13.2.1 State of the art

Kwantitatief IT-portfoliomanagement is een vrij nieuw vakgebied. In het tijdschrift *Science of Computer Programming* geeft Verhoef in 2002 een formele definitie van het vakgebied. Het vakgebied heeft sindsdien binnen Nederland duidelijke erkenning gekregen als belangrijk industrieel aandachtspunt. Zie bijvoorbeeld het boek *Realisten aan het roer* (Bloem & Van Doorn, 2004). Kwantitatief IT-portfoliomanagement houdt zich bezig met het ontwikkelen en testen van modellen, die besluitvormers helpen een kwantitatief inzicht te verkrijgen in het effect van IT-(des)investeringsbeslissingen op belangrijke bedrijfseconomische beslissingsvariabelen, zoals kostenontwikkeling, winstgroei, arbeidsinzet en ondernemingsrisico. De modellen bestaan uit wiskundige vergelijkingen tussen IT-variabelen en niet-IT-variabelen, waarvan de parameters statistisch worden geschat uit beschikbare data binnen de organisatie. Zo kan het verband dat bestaat tussen de omvang of complexiteit van een te bouwen systeem en de gemiddelde arbeidsproductiviteit van een ontwikkelmedewerker worden gespecificeerd in de vorm van een wiskundige vergelijking. Hieruit volgen weer formules, waarmee kan worden geschat hoeveel tijd nodig zal zijn om het systeem te bouwen en welke kosten daarmee gemoeid zijn. Een ander voorbeeld van een modelvergelijking is de relatie tussen de omvang van een te bouwen systeem en de kans op mislukking van het ontwikkelproject. Het is belangrijk voor de besluitvorming om vooraf cijfermatig inzicht in de slagingskansen van ambitieuze plannen te hebben, zodat tijdig risicomijdende maatregelen kunnen worden genomen.

De wiskundige verbanden worden bij voorkeur geschat uit de eigen data van een bedrijf. Veel bedrijven beschikken echter niet over voldoende eigen, betrouwbare gegevens, omdat de graad van volwassenheid van de IT-organisatie erg laag is. De volwassenheid van een organisatie wordt vaak gemeten op de CMM (Capability Maturity Model)-schaal. Op deze schaal duidt niveau 1 het niveau van een beginner aan die zijn processen niet onder controle heeft, er worden geen systematische prestatiemetingen verricht. Niveau 5 is het hoogste niveau, het niveau van de professional die zijn IT-processen voortdurend verder optimaliseert. Indien een bedrijf op CMM-niveau 1 zit, kan als surrogaat of ter aanvulling van de ontbrekende data de toevlucht worden genomen tot data uit publieke IT-databases. Zo kunnen de benchmarks afgeleid door Caspers Jones uit zijn omvangrijke database met IT-gegevens worden gebruikt. Deze database bevat momenteel gedetailleerde gegevens over ruim 10.000 verschillende IT-projecten uit de afgelopen decennia. Vaak

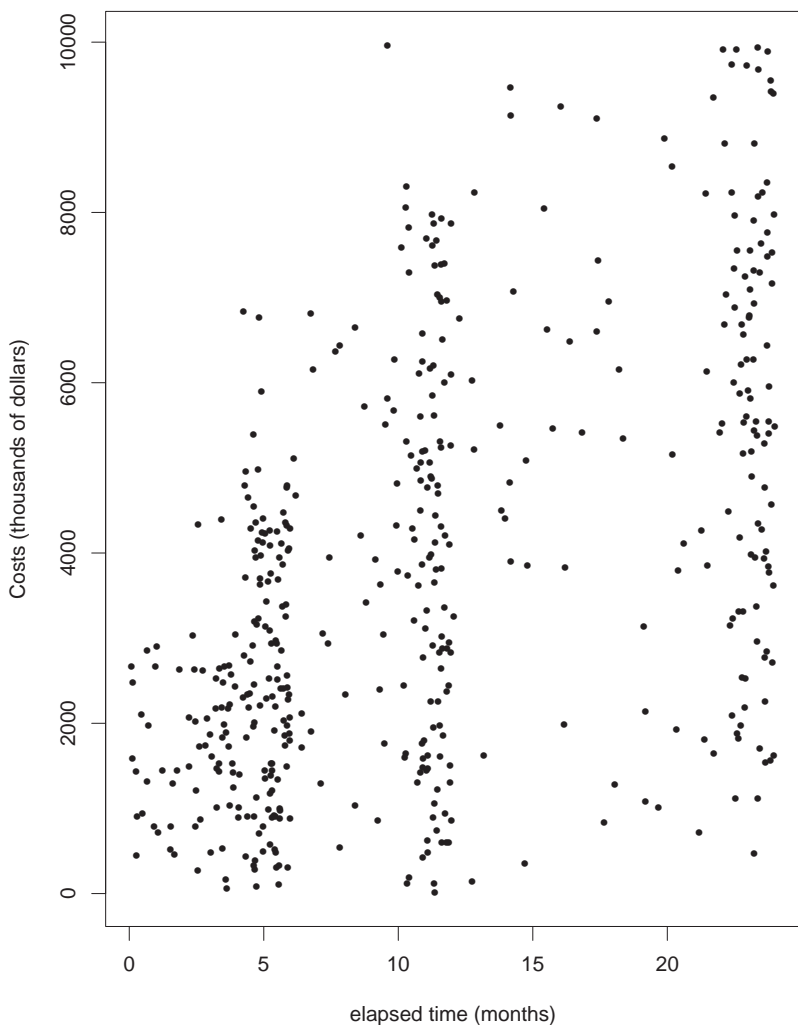
echter zijn de data uit de publieke benchmark databases minder gemakkelijk te interpreteren voor het eigen bedrijf. In dat geval zullen uit de benchmark database specifiek de data van peers moeten worden geselecteerd.

Bij de Software Asset Management-groep van de afdeling Informatica van de VU is het onderzoek op het gebied van de ontwikkeling van IT-portfoliomodellen samen met softwarerenovatie speerpuntonderzoek. Het onderzoek richt zich op het ontwikkelen van modellen waarmee te nemen beheersbeslissingen over het IT-portfolio op relatief eenvoudige wijze kwantitatief kunnen worden onderbouwd, zodat rationele besluitvorming mogelijk wordt. De meeste grote ondernemingen beschikken over veel historische gegevens met betrekking tot de inzet van IT. Denk aan gegevens aangaande ontwikkeling van IT-systemen, en hun onderhoud en exploitatie. De data staan vaak niet bij elkaar opgeslagen in een IT-portfolio-database, maar moeten bij elkaar worden gesprokkeld uit verschillende administratieve systemen, zoals het grootboekstelsel, het personeelsadministratiesysteem en bestanden die worden beheerd door systeemontwikkelaafdelingen. Ook ligt veel relevante informatie opgeslagen in de source code van de systemen die worden gebruikt. Met behulp van geschikte tooling kan die informatie uit de source code worden geëxtraheerd en voor analyses beschikbaar worden gemaakt. Het softwarerenovatieonderzoek dat bij de VU plaatsvindt, is onder andere hierop gericht.

De praktijk heeft uitgewezen, dat een onderneming vaak niet beseft dat ze beschikt over een goudmijn van IT-data. Ook al is de gegevensverzameling onvolledig en zijn niet alle data even betrouwbaar en voor een deel zelfs foutief, dan nog kan er vaak veel lering uit worden getrokken ter verbetering van de besturing van de IT-functie; dat heet ook wel IT-governance. Uit patronen in de data blijkt bijvoorbeeld dat de besturingsregels, ofwel governance rules, die de onderneming hanteert, ongewenste bijeffecten kunnen hebben. Aan de hand van een voorbeeld wordt de kracht van patroonherkenning geïllustreerd.

Het voorbeeld is ontleend aan een praktijkstudie. Door in een grafiek de relatie tussen ontwikkeltijd en ontwikkelkosten te plotten is figuur 49 verkregen.

Wat opvalt, is de kolomstructuur van de ontwikkelkosten. Bij 6 maanden tekent zich een kolom af en ook bij 12 maanden en 24 maanden. Dit patroon lijkt niet erg logisch. Men zou verwachten dat de omvang van een systeem dat moet worden gebouwd, de tijd bepaalt die nodig is om het te bouwen en daarmee de ontwikkelkosten. De ontwikkelkosten van systemen met ongeveer dezelfde bouwtijd vertonen echter geen kleine, maar juist een



Figuur 49 Verband tussen ontwikkelkosten en ontwikkelduur bij een IT-portfolio bestaande uit 495 projecten en totale ontwikkelkosten van 1,8 miljard dollar

grote spreiding. Dat verband dat men verwacht, is zoek in het plotdiagram en de meeste mensen zijn dan snel geneigd te concluderen dat de gegevens onbetrouwbaar zijn, onnauwkeurig of foutief. Maar dat is vaak niet het geval. Het verband is wel zoek, maar met een reden. De oorzaak van het verschijnsel bleek in dit geval te liggen in de IT-governance rules die het bedrijf hanteerde. Om administratietechnische reden werden vaste perioden gehan-

teerd bij de budgettoewijzing voor systeemontwikkeling. Projecten kregen budget toegewezen voor 6 maanden, 12 maanden of 24 maanden. Echter, de optimale productiewijze van een systeem past in het algemeen niet bij dit boekhoudkundige stramien. Systemen die 7 of 8 maanden tijd nodig hebben om efficiënt te kunnen worden gebouwd, moeten nu geforceerd in 6 maanden worden gebouwd. Indien in minder tijd dezelfde hoeveelheid werk moet worden gedaan, is het gevolg daarvan dat medewerkers moeten gaan overwerken of dat meer mensen moeten worden aangesteld. In het laatste geval moet meer tijd worden besteed aan onderlinge afstemming. Beide effecten hebben tot gevolg dat de bouwkosten sterk stijgen. Het verschijnsel van geforceerde bouw onder tijdsdruk wordt ook wel aangeduid met *time compression*. We gaan op dit verschijnsel later in dit hoofdstuk nog uitvoerig in. In de kolom bij 6 maanden zitten dus veel te duur gebouwde systemen. Om dezelfde reden zitten er bij 12 en 24 maanden ook een aantal veel te duur gebouwde systemen.

Zonder uitvoering van een exploratieve data-analyse zou dit patroon onopgemerkt zijn gebleven. Het voorbeeld maakt duidelijk dat de data niet perfect hoeven te zijn om toch patronen te kunnen herkennen, en zinnige verbeterende maatregelen te nemen.

13.2.2 *Het EQUITY-project*

Het researchteam aan de VU dat zich bezighoudt met de ontwikkeling van IT-portfolio modellen heeft in 2005 een belangrijke uitbreiding gekregen door de aanstelling van vier promovendi. Die aanstelling werd mogelijk doordat een gezamenlijke subsidieaanvraag van de VU en ABN AMRO voor het uitvoeren van toegepast onderzoek op het gebied van de ontwikkeling van IT-portfolio modellen werd goedgekeurd door de Stichting Jacquard. Jacquard subsidieert toegepast wetenschappelijk onderzoek dat is gericht op de versterking van de IT-infrastructuur van het Nederlandse bedrijfsleven. De presentatie van het EQUITY-project op een Jacquard-conferentie in 2005 was dan ook toegankelijk voor het hele Nederlandse bedrijfsleven. De promovendi ontwikkelen statistische en wiskundige modellen die een antwoord geven op managementvragen in de praktijk, die voornamelijk, maar niet uitsluitend, door ABN AMRO zullen worden aangereikt. Bijvoorbeeld: Bestaat er behoefte aan modellen die kwantitatief inzicht verschaffen in de impact van de aangroei van functionele eisen en wensen tijdens het ontwikkeltraject (*requirements creep*) op de productiviteit van de systeemontwikkelaar? Welke performance mag of kan worden verwacht in het geval van optreden van *requirements creep*? Inzicht hierin is ook van belang bij aanbestedings-trajecten.

Ook voor andere bedrijven staat de weg open om samen met de VU een aanvraag voor onderzoeksubsidie in te dienen. De onderzoekgroep bij de VU is immer geïnteresseerd om met bedrijven te praten over de mogelijkheden van het ontwikkelen van IT-portfolio modellen die een antwoord kunnen geven op hun prangende managementvragen, voor zover de onderzoekscapaciteit dat toelaat.

De IT-portfolio modellen die worden ontwikkeld zullen in de praktijk worden getoetst en bij bewezen bruikbaarheid via publicaties in wetenschappelijke tijdschriften ten algemene nutte van het Nederlandse bedrijfsleven worden gepresenteerd. Ook zal over de modellen worden gerapporteerd op door Jacquard te organiseren voortgangskonferenties over gesubsidieerd onderzoek. Conform de Jacquard-doelstellingen staan de onderzoeksresultaten van het EQUITY-project ten dienste van het gehele Nederlandse bedrijfsleven. Uiteraard zonder concurrentiegevoelige gegevens van direct bij het onderzoek betrokken organisaties prijs te geven. Het gaat om de grote lijn en hoe het in de praktijk werkt. Via het EQUITY-onderzoek zal het arsenaal aan beschikbare IT-portfolio modellen belangrijk worden uitgebreid.

Het onderzoek op het gebied van kwantitatief IT-portfolio management heeft nu al een aantal resultaten opgeleverd die in de praktijk zijn getoetst. In dit hoofdstuk laten we zien hoe met behulp van al beschikbare formules IT-risico's bij de bouwplannen van een IT-portefeuille kunnen worden gekwantificeerd en zo hun effect op de berekening van de netto contante waarde (NCW) van het IT-investeringsprogramma inzichtelijk kan worden gemaakt, gegeven te verwachten cashflows en bijzondere risico-omstandigheden.

13.3 Basisformules kwantitatief IT-portfolio management

13.3.1 Functiepunten als synthetische maat voor het meten van de omvang van een IT-systeem

Een functiepunt (FP) is een door de industrie en wetenschap algemeen geaccepteerde synthetische maat voor het meten van de omvang en complexiteit van een systeem. Zoals in de bouwwereld bij het opstellen van begrotingen de kubiekemeterprijs wordt gehanteerd als rekeneenheid, zo kan men bij het opstellen van een kostenbegroting van een systeemontwikkelproject uitgaan van de kosten per functiepunt. Het aantal functiepunten van een systeem wordt bepaald door de functionaliteit die moet worden opgeleverd. De methode die wordt gevolgd om het systeem te bouwen is dus niet van invloed op de uitkomst van de telling. De methode en gebruikte hulpmiddelen be-

palen de productiviteit die de ontwikkelaar kan realiseren. Het tellen van functiepunten kent een lange historie. Albrecht (IBM) heeft de eerste publicatie in de jaren 70 van de vorige eeuw uitgebracht. Sindsdien zijn er vele updates van de methode om functiepunten te tellen verschenen. Om een idee te krijgen van de boven- en ondergrens van het aantal functiepunten waaraan men moet denken, kan men een aantal tellingen onafhankelijk van elkaar te laten uitvoeren. Zie Verhoef (2005a), waarin beschreven wordt hoe men dit zou kunnen realiseren.

13.3.2 Productiviteit systeemontwikkelaar

Een belangrijke wetmatigheid die is afgeleid uit publieke benchmarkdata betreft de relatie tussen de gemiddelde productiviteit van een ontwikkelmedewerker en de omvang/complexiteit van het te bouwen systeem. Statistisch onderzoek wijst uit dat de gemiddelde productiviteit meer dan proportioneel daalt naarmate het systeem dat moet worden gebouwd meer functiepunten telt. Jones vindt uit zijn databases de volgende productiviteitscijfers:

- 100 FP: productiviteit = 1 FP in 4,33 uur = 30,8 FP/mensmaand;
- 1000 FP: productiviteit = 1 FP in 10,41 uur = 12,8 FP/mensmaand;
- 10.000 FP: productiviteit = 1 FP in 27,39 uur = 4,9 FP/mensmaand.

Welke productiviteitscijfers specifiek voor een bepaald bedrijf gelden, moet worden afgeleid uit de IT-data van dat bedrijf. Bij gebrek aan interne gegevens kunnen de productiviteitscijfers die zijn afgeleid uit publieke benchmark databases als benadering worden genomen.

13.3.3 Schatting kosten ontwikkeltraject

Analyse van data uit publieke databases heeft uitgewezen dat er een lineair verband bestaat tussen het aantal mensen (fte's) dat nodig is om een systeem te bouwen en de omvang van het systeem dat moet worden gebouwd, uitgedrukt in functiepunten.

$$(1) \quad n = f/150$$

In (1) staat f voor het aantal te realiseren functiepunten en n voor het aantal benodigde medewerkers om het systeem te bouwen. Een medewerker ontwikkelt dus gedurende de looptijd van het ontwikkelproject gemiddeld 150 FP.

Omdat er meer medewerkers nodig zijn naarmate een systeem meer functiepunten telt en die medewerkers ook nog eens langer bezig zijn omdat de gemiddelde productiviteit meer dan proportioneel daalt, is het verband tussen

ontwikkeltijd en ontwikkelkosten niet lineair. Het niet-lineaire verband tussen het aantal functiepunten en de ontwikkelduur kan worden weergegeven door een wiskundige vergelijking. Zie formule (2) die voor managementinformatiesystemen (MIS) is geschat uit publieke benchmarkdata.

$$(2) \quad f^{0,39} = d$$

In formule (2) staat f voor het aantal functiepunten dat het systeem telt en d voor de ontwikkelduur, gemeten in maanden. In de voorbeeldberekeningen van paragrafen 13.3 en 13.4 is deze formule gebruikt. De exponent 0,39 geldt specifiek voor MIS. Voor militaire softwaresystemen geldt bijvoorbeeld een exponent van 0,43.

13.3.4 Schatting ondergrens exploitatie- en ontwikkelkosten van een systeem gedurende zijn levensduur

Analyse van data uit publieke databases heeft uitgewezen dat er een lineair verband bestaat tussen het aantal medewerkers (fte's) dat nodig is om een systeem operationeel te houden en de omvang van het systeem, uitgedrukt in functiepunten. Wiskundig ziet het verband er als volgt uit:

$$(3) \quad n = f/750$$

In formule (3) staat n voor het aantal benodigde medewerkers dat nodig is om het systeem te onderhouden en f voor het aantal functiepunten dat het systeem telt. Een systeem van 7500 FP vergt dus volgens de formule een onderhoudsteam van 10 fte's.

Uiteraard is niet zo maar te zeggen hoe lang een systeem zal worden gebruikt. Om de levensduur te schatten kan gebruik worden gemaakt van het onderstaande wiskundige verband tussen ontwikkelduur en levensduur van een systeem, dat is geschat uit publieke benchmarkdata:

$$(4) \quad y(d) = d^{0,641}$$

In formule (4) staat y voor de gebruiksduur van het systeem in jaren en d voor de ontwikkeltijd in maanden. Heeft bijvoorbeeld de bouw van het systeem 36 maanden geduurd dan leidt toepassing van formule (4) tot een schatting van de gebruiksduur van 9,9 jaar.

Voor het schatten van de totale kosten van het in de lucht houden van het systeem moeten we nu nog alleen de kosten per werkdag van een onderhoudsmedewerker weten en het aantal werkdagen per jaar. Bedragen de ar-

beidskosten bijvoorbeeld € 1000 per dag (€ 125 per uur) en bestaat een jaar uit 200 werkdagen, dan worden de onderhouds- en exploitatiekosten van het systeem gedurende de gebruiksduur geschat op $9,9 \times 2,66 = 26,3$ miljoen.

De lezer moet zich realiseren dat deze formules voor het grootste deel afkomstig zijn van Jones (1986) en niet geschikt zijn om berekeningen mee uit te voeren voor contractuele onderhandelingen. De data die Jones heeft gebruikt bij het schatten van de wiskundige verbanden hoeven, en zullen in het algemeen, niet overeenkomen met de data die gelden voor een specifiek bedrijf en een specifieke contractpartij.

13.4 Kwantificering IT-risico's bij de uitvoering van een ontwikkelproject

13.4.1 Inleiding

Bij de bouw van een IT-systeem worden diverse risico's gelopen, die de uitkomst van het ontwikkelproject en de kosten van exploitatie en onderhoud van het systeem na oplevering sterk kunnen beïnvloeden. We beschouwen in deze paragraaf de drie belangrijkste risicofactoren:

- Het risico dat het project volledig mislukt.
- Het risico dat het ontwikkelbudget wordt overschreden en de ontwikkelduur van het project langer wordt als gevolg van het verschijnsel requirements creep. Ook de operationele kosten van het systeem bij gebruik nemen dan toe.
- Het risico van dat de bouwkosten van het systeem stijgen als gevolg van het verschijnsel time compression.

Voor elk van deze risicofactoren afzonderlijk en hun combinatie laten we zien hoe het effect op de bouwkosten, ontwikkelduur en operationele kosten bij gebruik kwantitatief kan worden geschat door gebruik te maken van formules die al beschikbaar zijn.

13.4.2 Kwantificering van IT-risico

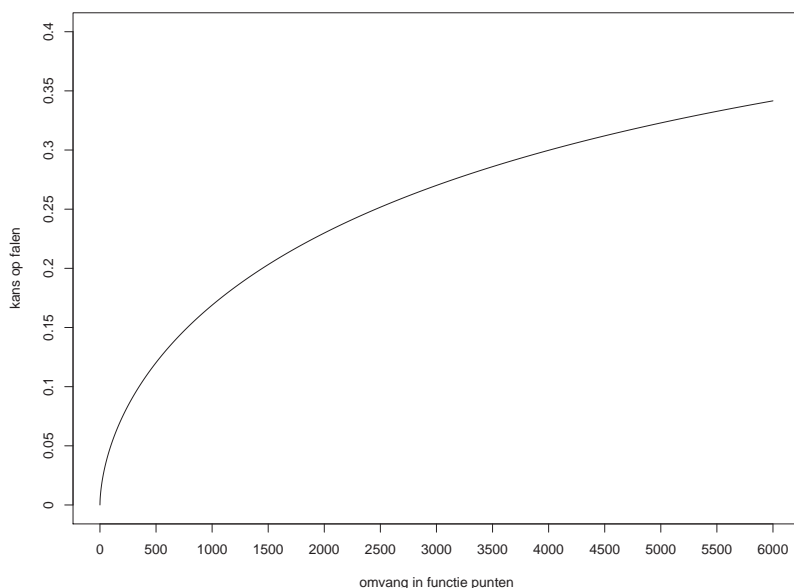
Kwantificering risico projectmislukking

Uit de industrie-benchmarks van Jones heeft Verhoef (2002) een wiskundig verband geschat dat bestaat tussen de omvang van een project, gemeten in functiepunten, en de kans dat het ontwikkelproject mislukt:

$$(5) \quad Pf(f) = 0,4805538 \cdot (1 - e^{-0,007488905 \cdot f^{0,587375}})$$

In de formule duidt f het aantal functiepunten van het te bouwen systeem aan en $Pf(f)$ de kans op mislukking. In figuur 50 is dit verband in beeld gebracht.

In formule (5) wordt de exponent van f met een precisie van zes decimalen gegeven. Ook de andere parameters worden met grote precisie gegeven. Dat lijkt misschien overdreven, maar is het geenszins. Afronding van 0,587375 naar bijvoorbeeld 0,6 levert een heel anders verlopende curve op dan de curve die getekend is in figuur 50.



Figuur 50 Faalkans als functie van projectomvang

Formule (5) moet niet worden gebruikt om de kans van falen te schatten van systemen die groter zijn dan 100.000 functiepunten. De asymptoot voorkomt dat de kans naar 1 gaat wanneer de omvang van een systeem naar oneindig gaat. Voor die gevallen moet een andere formule worden gebruikt, die het voordeel heeft de kans op falen veel nauwkeuriger te schatten voor systemen die een groot aantal functiepunten tellen, maar het nadeel dat de schatting van de kans op falen veel onnauwkeuriger wordt geschat voor kleinere systemen. Omdat onze voorbeeldprojecten vallen binnen de range die formule (5) dekt, kunnen wij de formule veilig gebruiken. Door de bank genomen vallen MIS qua omvang overigens binnen de range van 1000 tot 2000 functiepunten, zodat formule (5) in de praktijk zonder probleem zal kunnen worden gebruikt.

Schatting kostenstijging systeemontwikkeling door time compression

Het risico van budgetoverschrijding wordt aanmerkelijk verhoogd indien minder tijd beschikbaar wordt gesteld voor de systeemontwikkeling dan technisch nodig is; dus als er sprake is van time compression. Om uit te rekenen met welk bedrag de kosten stijgen, kan gebruikgemaakt worden van formule (6), die empirisch door vader en zoon Putnam (1984) is geschat:

$$(6) \quad E \cdot d^{3,721} = \text{constant}$$

In formule (6) staat E voor de arbeidsinzet in mensmaanden en d voor de ontwikkeltijd in maanden. Met behulp van de vergelijking kan worden uitgerekend hoeveel extra arbeidsinzet nodig is indien het systeem wordt gebouwd onder tijdsdruk. Gegeven de extra benodigde arbeidsinzet kan worden uitgerekend met welk bedrag de ontwikkelkosten zullen stijgen. Het wordt nu mogelijk om een rationele afweging te maken tussen time-to-market en hogere ontwikkelkosten.

Hieronder geven we een voorbeeld van het gebruik van de formule om de bouwkostenstijging als gevolg van time compression te schatten. In het voorbeeld moet een systeem gebouwd worden van 5565 FP. De benodigde tijd als de optimale productiewijze wordt gevolgd bedraagt 28,9 maanden en de kosten bedragen € 17.863.851. We nemen aan dat één medewerker gedurende de looptijd van het ontwikkelproject gemiddeld 150 FP realiseert. Het ontwikkelteam bestaat dan uit $5565/150 = 37,1$ medewerkers. We nemen verder aan dat elke medewerker 200 dagen per jaar werkt en een werkdag 8 uur kent. Het aantal bouwuren bij de optimale productiewijze bedraagt dan:

$$E_{\text{opt}} = (37,1 \cdot 200 \cdot 8) \cdot (28,9/12) = 142.911 \text{ uur}$$

We kunnen nu de constante van formule (5) uitrekenen, die is namelijk

$$142.911 \cdot 28,9^{3,721} = 38.946.516.243$$

We hebben nu alle ingrediënten om te berekenen met welk bedrag de bouwkosten zullen stijgen als gevolg van time compression. Stel we willen weten met welk bedrag de kosten zullen stijgen indien we de ontwikkeltijd terugbrengen naar 24 maanden. Dan berekenen we:

$$E_{24} = 38.946.516.243 \cdot 24^{-3,721} = 284.906,6 \text{ uur}$$

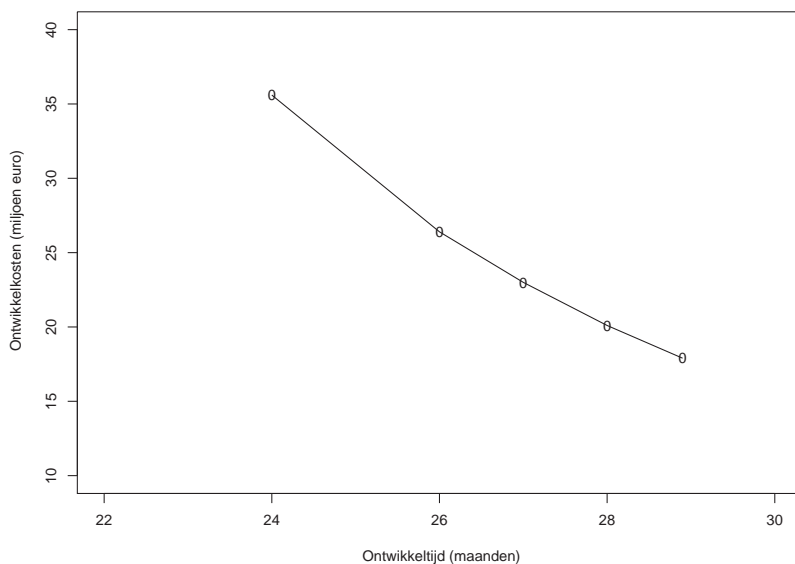
waarin E_{24} het aantal arbeidsuren aanduidt dat nodig is om het systeem te bouwen indien de tijd voor ontwikkeling wordt ingekort tot 24 maanden. Bij de aanname dat de kosten van 1 arbeidsuur € 125 bedragen, stijgen de bouwkosten als gevolg van een time compression met 4,9 maanden dus met:

$$(E_{24} - E_{opt}) \cdot 125 = \text{€ } 17.749.475$$

De kosten van de productie bij een time compression van 4,9 maanden bedragen dus:

$$17.863.851 + 17.749.475 = \text{€ } 35.613.326$$

Op analoge wijze kunnen we berekenen met welk bedrag de bouwkosten zullen stijgen bij een time compression van bijvoorbeeld 0,9, 1,9 en 2,9 maanden. De resultaten van de berekeningen zijn in beeld gebracht in figuur 51.



Figuur 51 Tijdsdruk leidt tot hogere ontwikkelkosten

Opgemerkt zij dat de kosten ook stijgen als langer aan de bouw van het project wordt gewerkt dan de optimale tijd van 28,9 maanden. Om die kostenstijging te schatten is een andere formule nodig dan (6). Formule (6)

geldt alleen om uit te rekenen hoeveel duurder het wordt indien minder tijd voor de bouw beschikbaar is dan noodzakelijk.

De in figuur 51 getekende curve verschilt van project tot project. De constante in (5) is voor elk project anders en moet per project opnieuw berekend worden.

Schatting taakverzwaring ontwikkelafdeling als gevolg van requirements creep

Indien tijdens het bouwtraject aanvullende functionaliteitsen worden gesteld spreekt men van requirements creep. Wij zijn bij onze voorbeeldberekeningen uitgegaan van een gemiddelde aangroei van de requirements met 2% per maand. Indien f_{start} de omvang van het te ontwikkelen systeem bij de aanvang van het ontwikkeltraject is en de ontwikkeltijd wordt geschat op d maanden, dan kan de omvang van het te bouwen systeem aan het eind van de ontwikkelperiode (f_{eind}) als volgt worden geschat:

$$(7) \quad f_{\text{eind}} = 1,02d \cdot f_{\text{start}}$$

Indien bijvoorbeeld een te bouwen systeem bij de start 100 FP telt en de geschatte ontwikkelduur bedraagt 6 maanden dan groeit het systeem volgens de formule met 13 FP indien zich een requirements creep van gemiddeld 2% per maand voordoet:

$$f_{\text{eind}} = 1,026 \cdot 100 = 113$$

De ontwikkelduur wordt dan:

$$f_{\text{eind}}^{2,564} = 113^{2,564} = 6,3 \text{ maanden}$$

13.5 Een voorbeeld van toepassing van kwantitatieve IT-risicoanalyse bij de beoordeling van de opbrengsten van een risicodragende IT-projectenportfolio

13.5.1 Voorbeeld portefeuille

We beschouwen een portefeuille die drie verschillende MIS-projecten bevat; aan te duiden met project 1, project 2 en project 3. De projecten verschillen in zwaarte. Project 1 moet een systeem van 100 FP opleveren, project 2 een systeem van 585 FP en project 3 een systeem van 3460 FP. Gegeven de

omvang van het systeem kan de ontwikkeltijd in maanden worden geschat met behulp van formule (2).

De ontwikkelkosten kunnen als volgt worden geschat. We gaan uit van een productie van 150 functiepunten per medewerker van het ontwikkelteam gedurende de looptijd van het ontwikkeltraject (zie formule 1). De teamgrootte bedraagt dan $f/150$ medewerkers. We nemen aan dat een jaar 200 werkdagen bevat en een werkdag uit 8 uur bestaat. Het aantal werkuren per medewerker per jaar bedraagt dan 1600. Ten slotte gaan we uit van kosten voor de werkgever van € 1000 per dag, ofwel van € 125 per uur. De ontwikkelkosten (TCD = total cost of development) bedragen dan:

$$\text{TCD} = (f/150) \cdot 200 \cdot 1000 \cdot d/12$$

De operationele kosten op jaarbasis na oplevering van het systeem kunnen worden geschat als bekend is hoeveel functiepunten een onderhoudsmedewerker gemiddeld aankan. We hebben aangenomen dat een medewerker gemiddeld 750 functiepunten kan behappen. Het team voor onderhoud en exploitatie van het systeem bestaat dan uit $f/750$ fte's. We gaan weer uit van kosten voor de werkgever van € 1000 per dag en 200 werkdagen per jaar. De operationele kosten op jaarbasis (YCO = yearly cost of operation) bedragen dan:

$$\text{YCO} = f/750 \cdot 200 \cdot 1000$$

De gebruikstijd van het systeem is geschat met behulp van formule (4). Zie tabel 10 voor een overzicht van de kengetallen van de drie projecttypen.

Projectnummer	Omvang in FP	Bouwtijd in maanden, $d = f \cdot 0,39$	Ontwikkelkosten (euro)	Gebruikstijd systeem (jaren), $y(d) = d \cdot 0,641$	Jaarlijkse operationele kosten (euro)	Productiviteit (aantal uren per FP)
1	100	6	66.000	3,15	26.400	5,33
2	585	12	780.000	5	156.000	10,7
3	3.460	24	9.222.000	7,67	922.000	21,3

Tabel 10 Kengetallen projecten

Tabel 11 laat het effect zien van requirements creep van 2% per maand op de bouwtijd, ontwikkelkosten en jaarlijkse operationele kosten. Als gevolg van de requirements creep neemt de omvang van het te bouwen systeem toe. De nieuwe omvang kan worden uitgerekend met behulp van formule (7) en vervolgens kunnen de daarbij behorende ontwikkeltijd, ontwikkelkosten en jaarlijkse operationele kosten worden berekend op de wijze als uitgelegd bij tabel 10. Tussen haakjes is de procentuele stijging aangegeven.

Projectnummer	Omvang bij start (FP)	Omvang systeem na requirements creep (FP)	Bouwtijd systeem in geval requirements creep (maanden)	Ontwikkelkosten systeem in geval van requirements creep (euro's)	Jaarlijkse operationele kosten in geval van requirements creep (euro)
1	100	113 (13%)	6,3 (5%)	78.974 (19,7%)	30.031 (13,8%)
2	585	742 (26,8%)	13,2 (10%)	1.085.313 (39,1%)	197.846 (26,8%)
3	3.460	5.565 (60,8%)	28,9 (20,4%)	1.786.385 (93,7%)	1.484.051 (61,0%)

Tabel 11 Effect van requirements creep (2% per maand) op de bouwtijd, ontwikkelkosten en jaarlijkse operationele kosten

Uit tabel 11 blijkt dat de procentuele toename van de ontwikkelkosten en de operationele kosten op jaarbasis snel aanzienlijk wordt, naarmate het systeem dat moet worden gebouwd groter is. Uiteraard kan het risico van requirements creep worden beheerst door de nodige maatregelen te nemen bij de start en tijdens de bouw. Daaraan zijn natuurlijk de nodige kosten verbonden. Tabel 11 geeft een indicatie hoeveel bespaard zou kunnen worden door het beteugelen van een requirements creep van 2% per maand en geeft daarmee een bovengrens aan van het bedrag dat aan de maatregelen kan worden uitgegeven.

Tabel 12 brengt in beeld met welk bedrag de ontwikkelkosten stijgen indien de langere ontwikkeltijd als gevolg van requirements creep weer wordt teruggebracht tot de oorspronkelijk begrote bouwtijd zonder optreden van requirements creep. Voor project 1 gaat het dan dus om het terugbrengen van de ontwikkeltijd van 6,3 naar 6 maanden; voor project 2 van 13,1 naar 12 maanden en voor project 3 van 28,9 naar 24 maanden. Dit verschijnsel

staat bekend als time compression. Tabel 12 laat zien hoe de kostenstijging bij time compression voor de drie projecten is berekend. In kolom 6 staat tussen haken de procentuele stijging van de ontwikkelkosten ten opzichte van de ontwikkelkosten bij requirements creep zonder time compression.

Projectnummer	Omvang systeem na requirements creep (FP)	Bouw uren zonder time compression	Bouw uren bij time compression	Toename ontwikkelkosten door time compression	Ontwikkelkosten in geval van requirements creep en time compression
1	113	632	763	16.346	95.320 (20,7%)
2	742	8.683	12.259	447.034	1.532.347 (41,2%)
3	5.565	142.911	284.907	17.749.475	35.613.326 (99,4%)

Tabel 12 Effect van time compression in het geval van requirements creep

Het aantal bouwuren zonder time compression (kolom 3) is berekend door het aantal medewerkers dat nodig is om het systeem te bouwen in geval van requirements creep te vermenigvuldigen met de tijd in jaren dat het team bezig is maal het aantal uren dat een medewerker per jaar werkt. Dus voor project 1 wordt dat bijvoorbeeld:

$$112,6/150 \cdot 6,3/12 \cdot 1600 = 632 \text{ uur}$$

Het aantal bouwuren dat nodig is bij time compression is uiterekend door de eerder besproken formule (6) te gebruiken:

$$(6) \quad E \cdot d^{3,721} = \text{constant}$$

In paragraaf 13.4.2 hebben we als voorbeeld voor project 3 laten zien hoe met behulp van (6) kan worden geschat hoeveel extra arbeidsinzet in uren nodig is indien het systeem wordt gebouwd onder tijdsdruk. De toename van de ontwikkelkosten is berekend door het aantal extra benodigde uren te vermenigvuldigen met € 125 (de loonkosten per uur).

Opvallend is dat bij project 3 de ontwikkelkosten vrijwel verdubbeld worden als gevolg van time compression. Het systeem zal in de 4,9 maanden dat het eerder wordt opgeleverd minimaal € 17.749.475 aan extra inkomsten moeten opleveren, wil time compression lonend zijn. Het gaat bij project 3 dan echter ook wel om een time compression van circa 17%. Veel meer dan bij project 1 en project 2 waar het om een nog steeds aanzienlijke time compression van circa 9,2% en 4,8% gaat. In het voorbeeld in paragraaf 13.4.2 zijn de ontwikkelkosten ook uitgerekend voor een time compression van 0,9, 1,9 en 2,9 maanden bij project 3. Bij een time compression van 0,9 maand stijgen de ontwikkelkosten bij project 3 maar liefst met € 2,2 miljoen. Tabel 13 laat de kans zien op complete mislukking van een project gegeven de omvang van het systeem dat moet worden gebouwd. De kansen zijn berekend met behulp van formule (5) die in paragraaf 13.4.2 is besproken.

Projectnummer	Omvang in FP zonder requirements creep	Kans op mislukking zonder requirements creep	Omvang in FP in geval van requirements creep	Kans op mislukking in het geval van requirements creep
1	100	0,0506	113	0,0544
2	585	0,1302	742	0,1464
3	3.460	0,2847	5.565	0,3339

Tabel 13 Schatting kans op mislukking projectontwikkeling

Neemt de omvang van het systeem toe als gevolg van requirements creep dan stijgt daardoor dus de kans op mislukking.

13.5.2 NCW-berekening

Bij veel economische berekeningen wordt een discontofactor van 12% op jaarbasis gebruikt. Wij zijn daar bij onze berekeningen van uitgegaan. Met andere woorden, we nemen aan dat er een beleggingsalternatief voor het bedrijf is dat met zekerheid 12% per jaar aan inkomsten oplevert over het geïnvesteerde bedrag.

Project 1 betreft de bouw van een relatief klein systeem, dat de verkoop van een nieuwe variant van een spaarproduct mogelijk moet maken. De verwachte opbrengsten na oplevering van het systeem op jaarbasis worden door de business die het project initieert geschat op € 100.000.

- In tabel 14 is de NCW berekend voor het geval dat strikt wordt vastgehouden aan de projectplanning. Eventuele requirements creep wordt niet verwerkt en time compression wordt niet toegepast.
- In tabel 14a is de NCW berekend voor het geval een requirements creep van 2% per maand gedurende de bouw van het systeem wordt verwerkt.
- In tabel 14b is de NCW berekend voor het geval er requirements creep is van 2% per maand die wordt verwerkt en de langere ontwikkeltijd dientengevolge door time compression wordt teruggebracht tot de oorspronkelijk begrote 6 maanden; dus van 6,3 naar 6 maanden.

Jaar	Investering (euro 's)	Inkomsten (euro 's)	Operationele kosten (euro 's)	Bruto cashflow (euro 's)	Netto cashflow (30% tax)	Contante waarde netto cashflow
1	66.000	50.000	13.200	-29.200	-20.440	-18.253
2	0	100.000	26.400	73.600	51.520	41.061
3	0	100.000	26.400	73.600	51.520	36.682
4	0	100.000	26.400	73.600	51.520	32.767
NCW						92.257

Tabel 14 Berekening NCW voor project I bij uitvoering oorspronkelijke projectplanning. Ontwikkeltijd is 6 maanden

Jaar	Investering (euro 's)	Inkomsten (euro 's)	Operationele kosten (euro 's)	Bruto cashflow (euro 's)	Netto cashflow (30% tax)	Contante waarde netto cashflow
1	78.974	47.500	14.264	-45.738	-32.017	-28.591
2	0	100.000	30.030	69.970	48.979	39.036
3	0	100.000	30.030	69.970	48.979	34.873
4	0	100.000	30.030	69.970	48.979	31.151
NCW						76.469

Tabel 14a NCW-berekening project I voor het geval van verwerking requirements creep zonder toepassing time compression. Ontwikkeltijd is 6,3 maanden

Jaar	Investing (euro's)	Inkomsten (euro's)	Operationele kosten (euro's)	Bruto cashflow (euro's)	Netto cashflow (30% tax)	Contante waarde netto cashflow
1	95.320	50.000	15.015	-60.335	-42.235	-37.716
2	0	100.000	30.030	69.970	48.979	39.036
3	0	100.000	30.030	69.970	48.979	34.873
4	0	100.000	30.030	69.970	48.979	31.151
NCW						67.344

Tabel 14b NCW-berekening project 1 voor het geval van verwerking requirements creep en toepassing time compression. Ontwikkeltijd is 6 maanden

Aangenomen is dat bij latere oplevering van het systeem de opbrengsten proportioneel afnemen. Zie tabel 14a, waarin de inkomsten in jaar 1 proportioneel lager zijn begroot dan in tabel 14 en tabel 14b, omdat het systeem in het geval van requirements creep zonder time compression 0,3 maand later beschikbaar komt. Dat betekent € 2500 minder inkomsten in jaar 1. Ook de operationele kosten zijn om die reden in jaar 1 lager begroot.

In tabel 14b zien we dat de hogere bouwkosten als gevolg van time compression onvoldoende gecompenseerd worden door de extra inkomsten in jaar 1, doordat het systeem 0,3 maanden eerder beschikbaar komt. De NCW in tabel 14a (€ 76.469) is daarom hoger dan in tabel 14b (€ 67.344).

Project 2 betreft de bouw van een systeem dat de verkoop van een sterk concurrerend financieel product (bijvoorbeeld een nieuw beleggingsfonds) mogelijk moet maken. De verwachte opbrengsten op jaarbasis bij tijdige oplevering van het systeem worden door de business die het project initieert geschat op € 4 miljoen in jaar 2, op € 3 miljoen in jaar 3, op € 1 miljoen in jaar 4 en 5, en op € 0,5 miljoen in jaar 6 en 7. Wordt het systeem te laat opgeleverd dan voorziet de commercie een meer dan proportionele afname van de inkomsten in jaar 2 en jaar 3. Doordat de concurrentie het winstsurplus dan volledig afroemt vallen de inkomsten in die jaren terug tot € 2,5 miljoen per jaar.

- In tabel 15 is de NCW berekend voor het geval dat strikt wordt vastgehouden aan het projectplan. Eventuele requirements creep wordt niet verwerkt en time compression wordt niet toegepast.

- In tabel 15a is de NCW berekend voor het geval een requirements creep van 2% per maand tijdens de bouw van het systeem verwerkt wordt.
- In tabel 15b is de NCW van het project berekend voor het geval er een requirements creep van 2% per maand is tijdens de bouw van het systeem die verwerkt wordt en de langere ontwikkeltijd dientengevolge door time compression wordt teruggebracht tot de oorspronkelijk begrote 12 maanden. Dus van 13,2 naar 12 maanden.

Jaar	Investing (euro's)	Inkomsten (euro's)	Operationele kosten (euro's)	Bruto cashflow (euro's)	Netto cashflow (30% tax)	Contante waarde netto cashflow
1	780.000	0	0	-780.000	-546.000	-487.578
2	0	4.000.000	156.000	3.844.000	2.690.800	2.144.568
3	0	3.000.000	156.000	2.844.000	1.990.800	1.417.450
4	0	1.000.000	156.000	844.000	590.800	375.749
5	0	1.000.000	156.000	844.000	590.800	334.984
6	0	500.000	156.000	344.000	240.800	122.086
7	0	500.000	156.000	344.000	240.800	108.842
NCW						4.016.101

Tabel 15 Berekening NCW voor project 2 bij uitvoering oorspronkelijke projectplanning. De ontwikkeltijd is 12 maanden

Jaar	Investering (euro's)	Inkomsten (euro's)	Operationele kosten (euro's)	Bruto cashflow (euro's)	Netto cashflow (30% tax)	Contante waarde netto cashflow
1	976.782	0	0	-976.782	-683.747	-610.586
2	108.531	2.500.000	178.061	2.213.408	1.549.386	1.234.860
3	0	2.500.000	197.846	2.302.154	1.611.508	1.147.394
4	0	1.000.000	197.846	802.154	561.508	357.119
5	0	1.000.000	197.846	802.154	561.508	318.375
6	0	500.000	197.846	302.154	211.508	107.234
7	0	500.000	197.846	302.154	211.508	95.602
NCW						2.649.998

Tabel 15a NCW-berekening project 2 voor het geval van verwerking requirements creep zonder toepassing time compression. De ontwikkeltijd is 13,2 maanden

Jaar	Investering (euro's)	Inkomsten (euro's)	Operationele kosten (euro's)	Bruto cashflow (euro's)	Netto cashflow (30% tax)	Contante waarde netto cashflow
1	1.532.347	0	0	-1.532.347	-1.072.643	-957.870
2	0	4.000.000	197.846	3.802.154	2.661.508	2.121.222
3	0	3.000.000	197.846	2.802.154	1.961.508	1.396.593
4	0	1.000.000	197.846	802.154	561.508	357.119
5	0	1.000.000	197.846	802.154	561.508	318.375
6	0	500.000	197.846	302.154	211.508	107.234
7	0	500.000	197.846	302.154	211.508	95.602
NCW						3.438.275

Tabel 15b NCW-berekening project 2 voor het geval van verwerking requirements creep en toepassing time compression. De ontwikkeltijd is 12 maanden

Uit de berekeningen blijkt dat de NCW in het geval van requirements creep met time compression hoger uitkomt dan bij requirements creep zonder time compression.

Weliswaar zijn de ontwikkelkosten in het geval van requirements creep met time compression een stuk hoger dan in het geval van requirements creep zonder time compression, maar de contant gemaakte hogere ontwikkelkosten worden ruimschoots gecompenseerd door de contant gemaakte hogere opbrengsten in jaar 2 en jaar 3. Vergelijken we de NCW uit tabel 15b met de NCW bij strikte uitvoering van het projectplan (tabel 15), dan zien we dat de NCW bij strikte projectuitvoering de hoogste is. Dat is niet verwonderlijk: in beide gevallen wordt het systeem op tijd opgeleverd en gaan geen potentiële inkomsten in jaar 2 en 3 verloren, maar bij de NCW-berekening in tabel 15b zijn de investeringskosten bijna twee keer zo hoog. En ook de operationele kosten op jaarbasis zijn een stuk hoger. Beteugelen van het risico van requirements creep levert dus in dit geval een besparing op van $4.016.101 - 3.438.275 = \text{€ } 577.826$.

Project 3 betreft de bouw van een systeem dat de verkoop van een compleet nieuw financieel product mogelijk moet maken. De verwachte opbrengsten op jaarbasis bij tijdige oplevering van het systeem worden door de business die het project initieert geschat op € 10 miljoen in jaar 3; op € 9 miljoen in jaar 4, 5, 6, 7 en 8, op € 7 miljoen in jaar 9, en op € 5 miljoen in jaar 10. Aangenomen wordt dat bij latere oplevering van het systeem dan gepland de opbrengsten proportioneel afnemen. Ook de operationele kosten worden dan in dat jaar proportioneel lager.

- In tabel 16 is de NCW berekend voor het geval dat strikt wordt vastgehouden aan het projectplan. Eventuele requirements creep wordt niet verwerkt en time compression wordt niet toegepast.
- In tabel 16a is de NCW berekend voor het geval een requirements creep van 2% per maand tijdens de bouw van het systeem verwerkt wordt.
- In tabel 16b is de NCW van het project berekend voor het geval er een requirements creep van 2% per maand is tijdens de bouw van het systeem die verwerkt wordt en de langere ontwikkeltijd dientengevolge door time compression wordt teruggebracht tot de oorspronkelijk begrote 24 maanden. Dus van 28,9 naar 24 maanden.

Jaar	Investering (euro 's)	Inkomsten (euro 's)	Operationele kosten (euro 's)	Bruto cashflow (euro 's)	Netto cashflow (30% tax)	Contante waarde netto cashflow
1	4.611.000	0	0	-4.611.000	-3.227.700	-2.882.336
2	4.611.000	0	0	-4.611.000	-3.227.700	-2.572.477
3	0	10.000.000	922.000	9.078.000	6.355.460	4.524.475
4	0	9.000.000	922.000	8.078.000	5.654.600	3.596.326
5	0	9.000.000	922.000	8.078.000	5.654.600	3.206.158
6	0	9.000.000	922.000	8.078.000	5.654.600	2.866.882
7	0	9.000.000	922.000	8.078.000	5.654.600	2.555.879
8	0	9.000.000	922.000	8.078.000	5.654.600	2.284.458
9	0	7.000.000	922.000	6.078.000	4.254.600	1.535.911
10	0	5.000.000	922.000	4.078.000	2.854.600	919.181
NCW						21.489.270

Tabel 16 Berekening NCW voor project 3 bij uitvoering oorspronkelijke projectplanning. De ontwikkeltijd is 24 maanden

Jaar	Investering (euro 's)	Inkomsten (euro 's)	Operationele kosten (euro 's)	Bruto cashflow (euro 's)	Netto cashflow (30% tax)	Contante waarde netto cashflow
1	7.417.516	0	0	-7.417.516	-5.192.261	-4.636.689
2	7.417.516	0	0	-7.417.516	-5.192.261	-4.138.232
3	3.028.818	6.000.000	878.063	2.093.119	1.465.183	1.043.211
4	0	9.000.000	1.484.051	7.515.949	5.261.164	3.346.100
5	0	9.000.000	1.484.051	7.515.949	5.261.164	2.983.080
6	0	9.000.000	1.484.051	7.515.949	5.261.164	2.667.410

Jaar	Investing (euro 's)	Inkomsten (euro 's)	Operationele kosten (euro 's)	Bruto cashflow (euro 's)	Netto cashflow (30% tax)	Contante waarde netto cashflow
7	0	9.000.000	1.484.051	7.515.949	5.261.164	2.378.046
8	0	9.000.000	1.484.051	7.515.949	5.261.164	2.125.510
9	0	7.000.000	1.484.051	5.515.949	3.861.164	1.393.880
10	0	5.000.000	1.484.051	3.515.949	2.461.164	792.495
NCW						7.954.811

Tabel 16a NCW-berekening project 3 voor het geval van verwerking requirements creep zonder toepassing time compression. De ontwikkeltijd is 28,9 maanden

Jaar	Investing (euro 's)	Inkomsten (euro 's)	Operationele kosten (euro 's)	Bruto cashflow (euro 's)	Netto cashflow (30% tax)	Contante waarde netto cashflow
1	17.806.663	0	0	-17.806.663	-12.464.664	-11.130.944
2	17.806.663	0	0	-17.806.663	-12.464.664	-9.934.337
3	0	10.000.000	1.484.051	8.515.949	5.961.164	4.244.349
4	0	9.000.000	1.484.051	7.515.949	5.261.164	3.346.100
5	0	9.000.000	1.484.051	7.515.949	5.261.164	2.983.080
6	0	9.000.000	1.484.051	7.515.949	5.261.164	2.667.410
7	0	9.000.000	1.484.051	7.515.949	5.261.164	2.378.046
8	0	9.000.000	1.484.051	7.515.949	5.261.164	2.125.510
9	0	7.000.000	1.484.051	5.515.949	3.861.164	1.393.880
10	0	5.000.000	1.484.051	3.515.949	2.461.164	792.495
NCW						-113.411

Tabel 16b NCW-berekening project 3 voor het geval van verwerking requirements creep en toepassing time compression. De ontwikkeltijd is 24 maanden

210

Uit Tabel 16b blijkt dat de gestegen ontwikkelkosten door toepassing van time compression bij requirements creep niet gecompenseerd worden door de hogere opbrengsten in jaar 3 als gevolg van eerdere oplevering van het systeem. De omvang van de time compression is dan ook wel draconisch te noemen: circa 17%. Bij een time compression van 0,9 maanden stijgen de ontwikkelkosten al met € 2,2 miljoen, zoals het uitgewerkte voorbeeld in paragraaf 13.4.2 laat zien. In dat geval bedraagt de inkomstenderving in jaar 3 echter € 3,3 miljoen. Het alternatief: geen toepassing time compression bij requirements creep kent een inkomstenderving van € 4 miljoen in jaar 3 en is door de € 2,2 miljoen lagere ontwikkelkosten nog steeds voordeliger.

13.5.3 Scenarioanalyse

Projectenniveau

In tabel 17 zijn de uitkomsten van de NCW-berekeningen van paragraaf 13.5.2 voor project 1, project 2 en project 3 bij de drie onderscheiden scenario's samengevat.

- Scenario 1: geen verwerking requirements creep en geen toepassing time compression.
- Scenario 2: verwerking requirements creep (2% per maand) en geen toepassing time compression.
- Scenario 3: verwerking requirements creep (2% per maand) en toepassing time compression om binnen de oorspronkelijke begrote bouwtijd te blijven.

	Project 1	Project 2	Project 3
scenario 1	92.257	4.016.101	21.489.270
scenario 2	76.469	2.649.998	7.954.811
scenario 3	67.344	3.438.275	-113.411

Tabel 17a NCW-opbrengsten van de projecten bij succesvolle uitvoering: drie scenario's

We duiden tabel 17a ook wel aan als de winstmatrix. De matrix geeft de opbrengsten weer die worden verkregen indien de projecten niet falen. Indien de projecten mislukken dan wordt de NCW niet getoucheerd, maar wordt er verlies gemaakt. We nemen aan dat bij mislukking de ontwikkelkosten worden gemaakt, zonder dat daar inkomsten tegenover staan. We nemen aan dat de ontwikkelkosten voor 30% aftrekbaar zijn voor de belasting en contant worden gemaakt tegen 12% per jaar. Het verlies van project 1 bij

mislukking bedraagt dan in het geval van scenario 1: $66.000 \cdot 0,70 \cdot 0,893 = \text{€ } 41.257$. De vermenigvuldigingsfactor om de contante waarde van de netto-ontwikkelkosten te berekenen bedraagt 0,893. Zie kolom 1, rij 1 van tabel 24, waarin voor vier verschillende discontofactoren een overzicht wordt gegeven van de vermenigvuldigingsfactoren die gelden bij het berekenen van de contante waarde. Het verlies van project 2 in het geval van scenario 1 bedraagt: $780.000 \cdot 0,70 \cdot 0,893 = \text{€ } 487.578$. In tabel 17b wordt voor de drie verschillende scenario's een overzicht gegeven van de verliezen die worden geleden als de projecten mislukken. Het gaat dus steeds om de contant gemaakte ontwikkelkosten, rekening houdend met 30% teruggave door de belasting (netto-ontwikkelkosten). We duiden tabel 17b ook wel aan als de verliesmatrix.

	<i>Project 1</i>	<i>Project 2</i>	<i>Project 3</i>
scenario 1	-41.257	-487.578	-5.454.813
scenario 2	-49.367	-671.135	-10.284.484
scenario 3	-59.585	-957.870	-21.065.281

Tabel 17b Verlies in euro's bij projectmislukking: drie scenario's

Indien we rekening houden met de kans dat een project mislukt dan moeten we niet de NCW berekenen maar de verwachte NCW. We duiden de verwachte NCW aan met $E(\text{NCW})$, waarin de E staat voor expectation, de verwachting. We berekenen $E(\text{NCW})$ als volgt.

Indien het project mislukt dan wordt een verlies L geleden dat gelijk is aan de contant gemaakte waarde van 70% van de netto-ontwikkelkosten. Indien het project lukt wordt de NCW geïncasseerd.

$$E(\text{NCW}) = \text{kans op mislukking} \cdot L + \text{kans op succes} \cdot \text{NCW}$$

Bijvoorbeeld: de $E(\text{NCW})$ voor project 2 bij scenario 3 bedraagt:

$$0,1464 \cdot -957.870 + 0,8536 \cdot 3.438.275 = \text{€ } 2.794.577$$

De kans op mislukking van project 2 in het geval van een requirements creep van 2% per maand die wordt verwerkt is gelijk aan 0,1464, zoals kan worden afgelezen uit tabel 13 in sectie 5.1 (tweede rij, vierde kolom). Tabel 18 geeft een overzicht van de verwachte opbrengsten van project 1, project 2 en project 3 voor de drie scenario's die worden onderscheiden

	<i>Project 1</i>	<i>Project 2</i>	<i>Project 3</i>
scenario 1	85.501	3.429.722	13.818.290
scenario 2	69.627	2.163.784	1.864.710
scenario 3	60.439	2.794.679	-7.109.240

Tabel 18 Overzicht uitkomsten E(NCW)-berekening bij de drie scenario's (euro's)

De verwachte NCW ligt voor elk van de projecten bij de drie scenario's duidelijk een stuk lager dan de NCW. Het verschil tussen E(NCW) en NCW kan worden geïnterpreteerd als de gekwantificeerde risk exposure van het project en verschaft de beslisser belangrijke informatie om te beslissen over het wel of niet investeren in de bouw van het IT-systeem. Men kan natuurlijk ook aannemen dat in geval van projectmislukking het verlies 50% van de ontwikkelkosten bedraagt, omdat halverwege het ontwikkeltraject de mislukking al duidelijk is. De verwachte NCW wordt dan uiteraard hoger.

Portfolioview

We beschouwen nu een portfolio dat is samengesteld uit project 1, project 2 en project 3. Indien we geen rekening houden met de kans op mislukking van de projecten dan is de opbrengst van het portfolio gelijk aan de som van de NCW's van de drie projecten. Dat geldt zowel bij scenario 1, scenario 2 als bij scenario 3.

Indien we wel rekening houden met de kans op mislukking, dan weten we niet met zekerheid hoe hoog de opbrengsten van het portfolio zullen zijn. We kunnen dan wel de kansverdeling van de opbrengsten van het portfolio berekenen. We kunnen dat doen voor het geval er geen requirements creep is en voor het geval er een requirements creep is van 2% per maand. In het laatste geval is de optimale samenstelling van het portfolio: project 1 zonder time compression; project 2 met time compression en project 3 zonder time compression. Immers, in het geval van requirements creep wordt de hoogste NCW verkregen voor project 1 als geen time compression wordt toegepast (€ 76.469); voor project 2 als wel time compression wordt toegepast (€ 3.438.275) en voor project 3 indien geen time compression wordt toegepast (€ 7.954.811).

De berekening van de kansverdeling van de portfolio-opbrengsten gaat als volgt in zijn werk. We hebben om de berekeningen eenvoudig te houden aangenomen dat de kansen op mislukking van de drie projecten onafhankelijk van elkaar zijn. Indien te veel projecten door een te kleine staf moeten

worden gedaan, moet er rekening mee worden gehouden dat de kansen niet onafhankelijk zijn. Onder de vooronderstelling van onafhankelijkheid is de verwachte opbrengst van het portfolio gelijk aan de som van de verwachte NCW's van de projecten. De kansverdeling van alle mogelijke portfolio-opbrengsten geeft echter veel meer informatie dan alleen de wetenschap hoe hoog de verwachte opbrengst van het portfolio is. Van elke gebeurtenis die zich kan voordoen kunnen we de kans berekenen. Zo kunnen we de kans berekenen op de laagst mogelijke opbrengst bij mislukking van alle drie projecten en de kans op de hoogst mogelijke opbrengst bij succes van alle drie projecten. Ook voor alle tussenliggende mogelijkheden, zoals mislukking van het eerste project en succes van project 2 en project 3, kunnen we de kans op de bijbehorende portfolio-opbrengst uitrekenen. In ons geval, waar het portfolio uit drie projecten bestaat, zijn er $2^3 = 8$ mogelijke opbrengsten van het portfolio denkbaar.

Scenario 1: geen requirements creep en geen time compression

We beschouwen nu eerst het geval waarin eventuele requirements creep niet wordt verwerkt en time compression niet wordt toegepast (scenario 1).

De laagst denkbare opbrengsten worden verkregen indien alle drie projecten mislukken. In dat geval bedraagt het verlies de som van de contant gemaakte netto-ontwikkelkosten van de drie projecten: $-41.257 + -487.578 + -5.454.813 = -\text{€ } 5.983.648$ (afgerond in tabel 19 naar $-\text{€ } 5,98$ miljoen); zie rij 1 van tabel 17b, de verliesmatrix.

De kans op de laagst mogelijke uitkomst is het product van de kansen op mislukking van elk van de drie projecten. De kansen zijn gespecificeerd in de tweede kolom van tabel 13 in paragraaf 13.5.1. We vinden dus: kans op $-\text{€ } 5,98$ miljoen $= 0,0506 \cdot 0,1302 \cdot 0,2847 = 0,0019$. In tabel 19 vinden we dit getal vermenigvuldigd met 100 in de tweede kolom terug.

De hoogst denkbare portfolio-opbrengst bedraagt $92.257 + 4.016.101 + 21.489.270 = \text{€ } 25,6$ miljoen en wordt behaald als alle drie projecten lukken, zie eerste rij van tabel 17a, de winstmatrix. De kans daarop is gelijk aan: $0,9494 \cdot 0,8698 \cdot 0,7153 = 0,5907$. Zie de laatste kolom van tabel 19 waar de getallen zijn ingevuld (kans maal 100).

Op dezelfde wijze kan de kans op tussenliggende portfolio-opbrengsten worden berekend. Bijvoorbeeld voor het geval dat project 1 lukt, project 2 lukt en project 3 mislukt. De kans op de portfolio-opbrengst van $92.257 + 4.016.101 - 5.454.813 = \text{€ } 1,35$ miljoen bedraagt dan $0,9494 \cdot 0,8698 \cdot 0,2847 = 0,2351$.

De kansverdeling van de mogelijke portfolio-opbrengsten geeft veel meer informatie dan alleen de wetenschap hoe groot de verwachte waarde van

het portfolio is. Uit de cumulatieve kansverdeling kan worden afgelezen hoe groot de kans is dat het resultaat lager wordt dan een gegeven bedrag. Afhankelijk van de risicovoorkeur of risicoafkeer van de beslisser kan deze nu een afgewogen beslissing nemen over de acceptatie van het portfolio.

opbrengst	-5,98	-5,85	-1,48	-1,35	20,96	21,09	25,46	25,60
kans	0,19	3,52	1,25	23,51	0,47	8,84	3,15	59,07

Tabel 19 Kansverdeling portfolio-opbrengsten: geen requirements creep en geen time compression (opbrengst in miljoenen euro, kans maal 100)

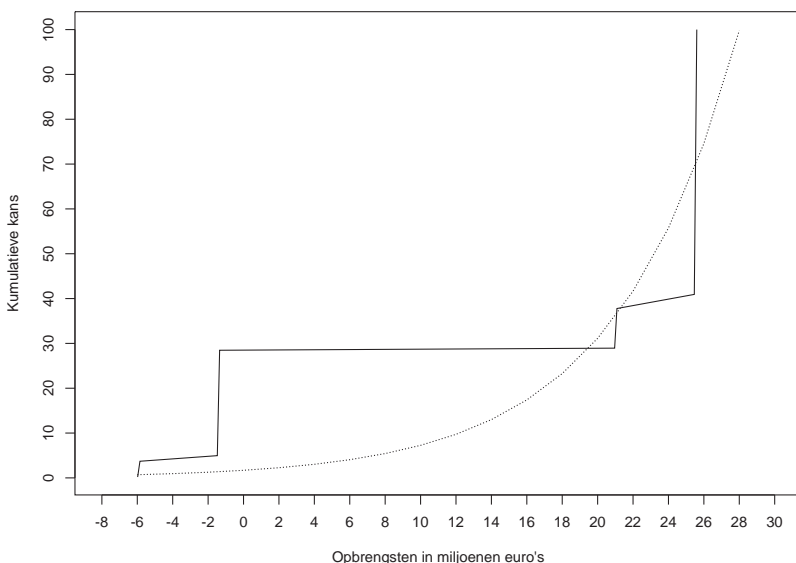
opbrengst	-5,98	-5,85	-1,48	-1,35	20,96	21,09	25,46	25,60
kans	0,19	3,71	4,96	28,47	28,94	37,78	40,93	100

Tabel 20 Cumulatieve kansverdeling portfolio-opbrengsten: geen requirements creep en geen time compression (opbrengst in miljoenen euro's, kans maal 100)

We kunnen de cumulatieve kansverdeling ook grafisch in beeld brengen. Zie figuur 52, waarin de discrete verdelingsfunctie is benaderd door een continue functie (best fit).

Uit de cumulatieve kansverdeling kan worden afgelezen hoe groot de kans is dat het resultaat lager wordt dan een gegeven bedrag. Stel dat men wil weten hoe groot de kans is dat de portfolio-opbrengsten negatief uitvallen (lager dan € 0). Dan volgt uit tabel 20 van de cumulatieve kansverdeling dat die kans 28,47% bedraagt (de som van de kansen op -5,98, -5,85, -1,48 en -1,35). De kans kan ook bij benadering uit figuur 52 worden afgelezen. We zouden ons ook kunnen afvragen hoe groot de mediaan van de verdeling is: het getal waarvoor geldt dat 50% van de opbrengsten lager of gelijk zijn aan dat getal. Uit de grafiek lezen we af dat de mediaan dicht bij € 26 miljoen ligt. Om precies te zijn € 25,46 miljoen, zoals uit tabel 20 blijkt.

Het eerste kwartiel (het getal, waar beneden of waarop 25% van alle waarnemingen liggen) bedraagt iets minder dan -€ 1 miljoen als we het aflezen uit de grafiek. De exacte waarde volgt uit tabel 20: -€ 1,35 miljoen.



Figuur 52 Opbrengst portfolio zonder requirements creep en time compression

Scenario 2: verwerking van een requirements creep van 2% per maand

De optimale portfolio in het geval er een requirements creep is van 2% per maand die wordt verwerkt bestaat dus uit project 1 en project 3 zonder time compression en project 2 met time compression.

De verwachte opbrengsten van dit portfolio zijn gelijk aan de som van de verwachte NCW's van project 1, project 2 en project 3 indien we aannemen dat de kansen op mislukking van de projecten onafhankelijk van elkaar zijn. De kansverdeling van de NCW van het optimale portfolio in het geval van requirements creep is gegeven in tabel 21.

NCW	-11,29	-11,17	-6,90	-6,77	6,95	7,07	11,34	11,47
kans	0,27	4,62	1,55	26,95	0,53	9,22	3,09	53,77

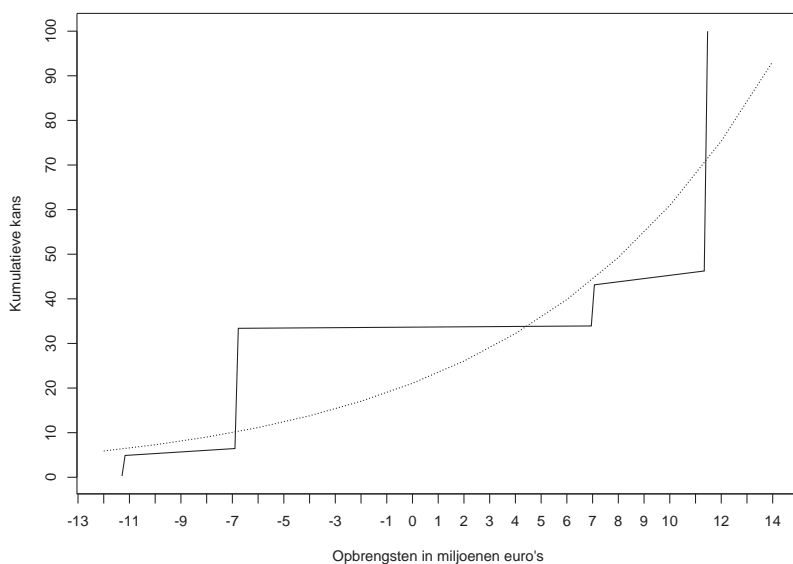
Tabel 21 Kansverdeling opbrengsten van het portfolio in het geval van verwerking van requirements creep (opbrengsten in miljoenen euro's, kans maal 100)

We kunnen ook kijken naar de cumulatieve kansverdeling van de mogelijke NCW-uitkomsten van het portfolio (tabel 22).

NCW	-11,29	-11,17	-6,90	-6,77	6,95	7,07	11,34	11,47
kans	0,27	4,89	6,44	33,39	33,92	43,14	46,24	100

Tabel 22 Cumulatieve kansverdeling opbrengsten van het portfolio in het geval van verwerking van requirements creep (opbrengsten in miljoenen euro's, kans maal 100)

We kunnen de cumulatieve kansverdeling ook in beeld brengen. Zie figuur 53, waarin de discrete verdelingsfunctie is benaderd door een continue functie (best fit).



Figuur 53 Opbrengst portfolio in het geval van verwerking van requirements creep (van 2% per maand)

Portfolio's bestaande uit meerdere projecten

We hebben aan de hand van een eenvoudig rekenvoorbeeld voor een portfolio dat slechts uit drie projecten bestaat, laten zien hoe de cumulatieve waarschijnlijkheidsverdeling van de portfolio-opbrengsten kan worden berekend en in beeld gebracht. In de praktijk zal een portfolio van een bedrijf uit meer projecten bestaan. In het algemene geval van N projecten hebben we te maken met maximaal 2^N mogelijke verschillende portfolio-opbrengsten. Dat wordt snel een bijzonder groot getal. Dit getal is bijvoorbeeld voor een portfolio bestaande uit 20 projecten gelijk aan $2^{20} = 1.048.576$. We hebben

laten zien dat ook in het geval van een portfolio van die omvang de cumulatieve waarschijnlijkheidsverdeling van de portfolio-opbrengsten zonder problemen kan worden berekend en in beeld gebracht (Peters & Verhoef, 2008). De interpretatie van de cumulatieve waarschijnlijkheidsverdeling blijft ongewijzigd. We hebben tevens laten zien dat naast de cumulatieve waarschijnlijkheidsverdeling ook andersoortige samenvattingen (grafische voorstellingen) kunnen worden gemaakt van de rekenresultaten, die elk hun specifieke waarde hebben voor de besluitvorming (Peters & Verhoef, 2008). Zo wordt de boxplot uitvoerig besproken. In de beschrijvende statistiek is een boxplot (of snorredoos) een grafische weergave van het minimum, het eerste kwartiel, de mediaan (of 2e kwartiel), het derde kwartiel en het maximum van de waargenomen data. De onderste en de bovenste lijn geven respectievelijk de laagst en hoogst voorkomende waarde weer. De helft van de waarnemingen ligt tussen de lijnen die respectievelijk het eerste en derde kwartiel weergeven. Een boxplot is daarmee een weliswaar sterk vereenvoudigde, maar zeer bruikbare voorstelling van de verdeling van data. Verschillende verdelingen kunnen door middel van boxplots gemakkelijk snel met elkaar worden vergeleken. Zo kan de verdeling van de portfolio-opbrengsten die hoort bij scenario 1 worden vergeleken met de verdeling die hoort bij scenario 2. Andere grafische voorstellingen die we hebben besproken zijn de dichtheidsfunctie en het frequentiehistogram (Peters & Verhoef, 2008).

13.5.4 Risk adjusted disconto factor

We staan in deze paragraaf stil bij de vraag of we dezelfde uitkomsten hadden verkregen als we de discontovoet hadden verhoogd om de NCW-berekening te corrigeren voor de aanwezigheid van IT-risico. Uit de praktijk en de literatuur is de WACC (weighted average cost of capital) een bekend begrip. De WACC is de discontofactor waartegen een bedrijf toekomstige cashflows disconteert. De WACC is gebaseerd op een aantal bedrijfseconomische kengetallen en is als zodanig ondernemings specifiek. In ons getalenvoorbeeld zijn we uitgegaan van een WACC van 12%. De WACC zou je kunnen verhogen om de NCW-berekening te corrigeren voor de aanwezigheid van IT-risico.

In 'Quantifying the value of IT-investments' (Verhoef, 2005b) introduceert de tweede auteur het begrip WACIT (weighted average cost of information technology) als de opslag waarmee de WACC kan worden verhoogd om de NCW-berekening te corrigeren voor de aanwezigheid van IT-risico's. Hij gebruikt de volgende vuistregel: Stel de WACIT gelijk aan de kans op complete mislukking van het project en verhoog dat percentage met 10% indien time compression of requirements creep in het spel is. Verhoog het

percentage met 20% indien beide risico's in het spel zijn. Op die wijze wordt een afschatting van de NCW verkregen die het minst rooskleurig is. Dat is belangrijk, omdat in de IT vaak zaken veel te rooskleurig worden voorgesteld. We hebben uitgerekend welke ondergrens we voor de NCW vinden, wanneer we de WACIT-benadering op ons getallenvoorbeeld toepassen.

Laat RADF1 de risk adjusted discountfactor voor project 1 met requirements creep aanduiden; RADF2 de risk adjusted discountfactor voor project 2 met requirements creep en time compression en RADF3 de risk adjusted discountfactor voor project 3 met requirements creep.

Toepassing van de vuistregel levert op:

- $\text{RADF1} = 12\% + 5,05\% + 10\% = 27,05\%$;
- $\text{RADF2} = 12\% + 13,02\% + 10\% + 10\% = 45,02\%$;
- $\text{RADF3} = 12\% + 28,47\% + 10\% = 50,47\%$.

In tabel 23 vergelijken we voor elk van de drie voorbeeldprojecten de uitkomst van de NCW-berekening op basis van de voor IT-risico aangepaste discountfactor met de verwachte NCW van het project, die berekend is uitgaande van een discountfactor van 12% (zie tabel 18).

	<i>Project 1</i>	<i>Project 2</i>	<i>Project 3</i>
voor IT-risico aangepaste discountfactor	27,05%	45,02%	50,47%
NCW-berekening op basis van de voor IT-risico aangepaste discountfactor	60.724	1.825.126	1.312.728
E(NCW)	69.627	2.794.679	1.864.710

Tabel 23 Vergelijking uitkomst NCW-berekening op basis van de voor IT-risico aangepaste discountfactor met de berekening van E(NCW) op basis van een discountfactor van 12%

In het geval van ons getallenvoorbeeld komt de NCW die wordt berekend met de risk adjusted discountfactor systematisch lager uit dan de E(NCW). We vinden dus inderdaad een ondergrens, die voor go/no-go-beslissingen een snel te berekenen eerste indicatie geeft indien het om een enkel investeringsproject gaat. Gaat het om het doorrekenen van een hele portefeuille, zoals hier het geval is, dan geniet de hier door ons gepresenteerde, nauwkeuriger methode de voorkeur, omdat voor verschillende projecten verschillende managementstijlen nodig kunnen zijn die soms wel maar soms ook niet de IT-risico's kunnen vermijden.

Tabel 24 geeft de vermenigvuldigingsfactoren die zijn gebruikt bij het berekenen van de contante waarde de projectopbrengsten (de NCW).

Jaar/%	12%	27,05%	45,02%	50,47%
1	0,893	0,787	0,690	0,665
2	0,797	0,620	0,475	0,442
3	0,712	0,488	0,328	0,294
4	0,636	0,384	0,226	0,195
5	0,567	0,302	0,156	0,130
6	0,507	0,238	0,108	0,086
7	0,452	0,187	0,074	0,057
8	0,404	0,147	0,051	0,038
9	0,361	0,116	0,035	0,025
10	0,322	0,091	0,024	0,017

Tabel 24 Vermenigvuldigingsfactoren voor het berekenen van de contante waarde voor vier discontofactoren

13.6 Slotwoord

We hebben in dit hoofdstuk een methode gepresenteerd waarmee op basis van slechts minimale gegevens toch een heel nauwkeurig en reëel beeld kan worden geschetst van de toegevoegde waarde van een IT-investeringsportefeuille; een beeld dat rekening houdt met belangrijke IT-specifieke risico's. Met dat beeld kunnen veel beter onderbouwde beslissingen worden genomen over grote IT-investeringen.

We hebben laten zien hoe de methode kan worden toegepast bij de analyse van de toegevoegde waarde van een risicodragende IT-investeringsportefeuille, gegeven de netto contante waarde van de projecten die deel uitmaken van de portefeuille. Precies dezelfde methode kan ook worden toegepast bij de analyse van min of meer equivalente economische indicatoren, zoals return on investment, internal rate of return (IRR), de terugverdientijd of pay back period (PBP) van de investeringsportefolio. Alle benodigde gegevens zijn daarvoor beschikbaar. In dat geval moet bij de berekeningen worden uitgegaan van de netto cashflow-kolom en niet van de kolom van de contant gemaakte waarde van de netto cashflow in de tabellen van paragraaf 13.5.2.

We hebben de rekenvoorbeelden bewust eenvoudig gehouden om de essentie van de analysemethode goed uit de verf te laten komen. Indien bijvoorbeeld sprake is van een investeringspremie en/of afschrijving van de investering in meerdere jaren, dan kan de berekening van de netto cashflow daarvoor moeiteloos worden aangepast. De essentie van het betoog verandert er niet door. Alle vooronderstellingen zijn expliciet gemaakt en eenieder kan desgewenst de invoergegevens aan de eigen, specifieke situatie aanpassen.