

# **RISICOWAARDERING BIJ PUBLIEKE INVESTERINGSPROJECTEN**

RAPPORT VAN DE COMMISSIE 'RISICOWAARDERING'



# Inhoudsopgave

Samenvatting en aanbevelingen	i
1 Inleiding	1
2 De huidige praktijk van risicowaardering	3
3 De grondslagen van risicowaardering	9
4 Een praktische aanpak van risicowaardering	29
5 Conclusies en aanbevelingen	43
Bijlagen	
6 Een welvaartstheoretische benadering van risicowaardering	47
7 Een marktconforme premie voor macro-economisch risico	57
8 Risicowaardering bij kosten-batenanalyse: de HSL-Oost	63
9 Risicowaardering bij PPS: een voorbeeld	77
Leden van de commissie Risicowaardering	82
Geraadpleegde literatuur	83
.	

## Samenvatting en aanbevelingen

### Inleiding en probleemstelling

Het rapport van de Studiegroep Heroverweging Disconteringsvoet (1994) biedt het uitdrukkelijke voorschrift dat voor alle projecten een reële, risicovrije discontovoet van 4% geldt én dat projectrisico's in de kosten- en batenramingen tot uitdrukking moeten komen. Verder dienen scenario- en gevoeligheidsanalyses onzekerheden over cruciale variabelen in de projectevaluatie te illustreren. Uit ervaring blijkt dat bij maatschappelijke kosten-batenanalyses het voorschrift 'selectief' toepassing vindt: kosten- en batenstromen worden met 4% verdisconteerd en de waardering van projectrisico's is vaak rudimentair en impliciet. Dit leidt tot (praktische) problemen (zie het tekstkader 'Problemen door ongewaardeerde risico's')

#### Problemen door ongewaardeerde risico's

In verschillende fasen van besluitvormingstraject treden door het gemis van risicowaardering problemen op.

1. Maatschappelijke wenselijkheid  
Het onderzoek naar risico is in veel gevallen ontoereikend, zodat een geïnformeerde afweging tussen rendement en risico voor beleidsmakers lastig is. Beslissingen over publieke investeringen zijn daarmee niet gebaat. Bij de evaluatie van infrastructuurprojecten wordt het belang van risico's in de verre toekomst dermate groot geacht dat ervoor gekozen is om de tijdshorizon af te kappen. Deze noodgreep komt neer op een gemiddeld hogere discontovoet, en leidt ertoe dat de uitkomsten van de evaluatie erg gevoelig zijn voor de keuze van de tijdshorizon. Deze keuze wordt minder belangrijk indien risico's expliciet zouden worden gewaardeerd.
2. Vergelijking tussen publieke en publiek-private uitvoering  
Terwijl de publieke sector risico veelal ongewaardeerd laat, wordt in private sector risico wel expliciet geprijsd, vaak in de vorm van hoge rendementseis. Dit betekent dat publieke en publiek-private uitvoering moeilijk te vergelijken zijn. Bovendien is de vraag wie welk risico moet dragen lastig te beantwoorden.
3. Vergelijking van private alternatieven  
Zonder risicowaardering is moeilijk te bepalen of een private partij een (te) hoge vergoeding voor een bepaald risico vraagt. (Als problemen in fase 1 en 2 zijn ondervangen, zijn de problemen in fase 3 ook opgelost.)

Ook de OEEI-leidraad vraagt expliciete aandacht voor waardering van projectrisico's. Het biedt twee (equivalente) opties.<sup>1</sup> Ten eerste, kosten- en batenstromen worden met een voet van 4% verdisconteerd en in deze stromen zijn in geld uitgedrukte projectrisico's verwerkt. Ten tweede, de stromen worden verdisconteerd met een voet die de som is van een de risicovrije discontovoet en een projectspecifieke risico-opslag. Hierbij is echter nog niet ingegaan op de volgende punten:

<sup>1</sup> Zie OEEI-leidraad p. viii, ix en 29 t/m 31

- hoe de projectrisico's in geld uit te drukken zijn;
- hoe een projectspecifieke risico-opslag bepaald kan worden.

Om de witte vlekken in het rapport van de Studiegroep Heroverweging Disconteringsvoet en de OEEI-leidraad nader in te vullen heeft de minister van Financiën de commissie Risicowaardering ingesteld. De commissie heeft als inhoudelijke taak de twee opties verder uit te werken. Hierbij is het streven om:

- systematische aandacht voor risicowaardering te verwerven;
- praktische waarderingsmethoden aan te bieden.

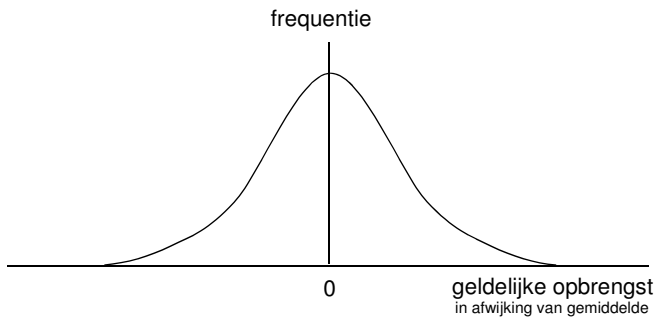
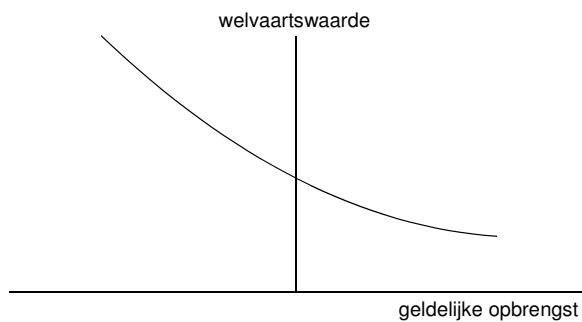
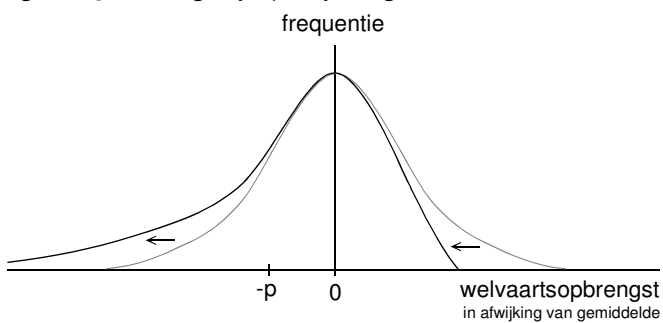
De commissie Risicowaardering heeft bij de uitwerking van haar taak het disconteringsrapport en de OEEI-leidraad als uitgangspunt genomen. Zo geldt onverminderd dat voor ieder project een risicovrije discontovoet van 4% geldt.

## Typering van relevante projectrisico's

Risico wordt hier opgevat als onzekerheid over de uitkomsten van een project. In het bijzonder gaat het om de spreiding van uitkomsten rond een verwachte waarde. Risico als spreiding van uitkomsten wordt vaak geïllustreerd met het 'klokdiagram'; in figuur 1 is de kans op een uitkomst afgezet tegen de mogelijke uitkomsten. Bij een symmetrische verdeling valt de top van de klok met de verwachte waarde (=o) samen en geeft de breedte van de klok de spreiding weer.

Onzekerheid heeft een prijs vanwege de risico-afkeer van individuen. De risico-afkeer hangt samen met het afnemend grensnut van extra inkomen. Dit wordt geïllustreerd in figuur 2. Bij een laag inkomen telt het verlies of winst van één euro zwaarder dan bij een hoog inkomen. Dit is een belangrijk gegeven bij het waarderen van risico.

De projectopbrengsten (figuur 1) moeten gewogen worden met de nuts- of welvaartsbijdrage van die opbrengsten (figuur 2). Dit leidt tot figuur 3 en een nieuwe kansverdeling van mogelijke uitkomsten, nu in termen van nut of welvaart. De nieuwe kansverdeling is niet langer symmetrisch maar scheef: er wordt extra gewicht aan lage opbrengsten gegeven en minder gewicht aan hoge opbrengsten toegekend. De klok helt nu naar links. Ook al blijft de piek van de verdeling op dezelfde plaats, wordt hierdoor de verwachte waarde van de welvaartsopbrengsten lager en negatief (= -p): dit is de prijs van onzekerheid.

**Figuur 0.1 Symmetrische kansverdeling van uitkomsten: de klok****Figuur 0.2 Afnemende marginale welvaartswaarde van inkomen****Figuur 0.3 Herwogen projectopbrengsten**

Door een brede portefeuille van investeringen en beleggingen of via het belastingsysteem – door te spreiden – zijn diversificeerbare risico's goed te ontlopen: een tegenvaller bij het ene investeringsproject valt weg tegen een meevaller bij een ander investeringsproject.

Niet alle onzekerheden zijn door spreiding te ondervangen. Bij economie-brede schokken wordt iedereen tegelijkertijd met dezelfde mee- of tegenvallers geconfronteerd. Het is dan niet mogelijk om door onderlinge transacties de inkomensgevolgen van die schokken te verkleinen. Voorzover projectrisico's met economie-brede schokken samenhangen, zijn ze niet-diversificeerbaar.

Niet-diversificeerbare, macro-economische projectrisico's hebben onvermijdelijk een (negatief) effect op welvaart.<sup>2</sup> De reden is vrij eenvoudig: wanneer een project steeds tegenvallers geeft wanneer inkomsten uit andere bronnen ook tegenvallen, wegen de tegenvallers zwaar. In statistische termen wordt macro-economische risico's gemeten door de covariantie tussen de projectuitkomsten en andere inkomens (of de consumptie).

Elke analyse van risico's moet beginnen met het onderscheid tussen diversificeerbare en niet-diversificeerbare risico's.

Van *diversificeerbare risico's* is sprake als kosten of baten van een project geen structurele, stochastische samenhang met inkomsten uit andere bronnen vertonen. Deze risico's zijn dan door spreiding op te vangen. Toch verdienen twee soorten diversificeerbare risico's bijzondere aandacht: geconcentreerde en asymmetrische risico's. Bij *geconcentreerde risico's* dragen (groepen) individuen meer dan evenredig niet-financiële risico's, bijvoorbeeld veiligheids- en gezondheidsrisico's. Bij *asymmetrische risico's* kunnen kansen op gebeurtenissen een symmetrische verdeling kennen, maar zijn de financiële implicaties van die gebeurtenissen toch scheef verdeeld. Zo kunnen risico's die geen duidelijk verband met het economisch getij kennen, bijvoorbeeld het weer, toch van belang zijn. Verder kunnen in de onzekere toekomst situaties optreden waarin een investering overbodig of juist hard nodig blijkt te zijn. Hieraan geeft een investering, of uitstel ervan, een optiewaarde.

*Macro-economische risico's* zijn niet te spreiden en kennen een duidelijk (negatief) welvaartseffect.

## Analyse van risico's en onzekerheden

### Scenario-analyses en gevoeligheidsanalyses

Gevoeligheidsanalyses maken het belang van onzekere en belangrijke parameters in de (model)berekeningen inzichtelijk, terwijl scenarioanalyses onzekerheden over belangrijke omgevingsfactoren laten zien. Omgevingsscenario's hebben de bedoeling die onzekere omgevingsfactoren te bundelen die een onderlinge samenhang vertonen en die voor het succes van het project van doorslaggevend belang zijn.

Scenario- en gevoeligheidsanalyses laten de onzekerheid over de uitkomsten zien (als in figuur 0.1) maar helpen niet om risico's te prijzen (de overgang van figuur 0.1 naar 0.3). Door een (markt)prijs aan risico's toe te kennen wordt de uitruil tussen rendement en risico voor beleidsmakers duidelijk. Bovendien worden risico's van verschillende projecten onderling vergelijkbaar.

<sup>2</sup> Voor niet-diversificeerbare risico's circuleren in de economische literatuur verschillende namen. In dit rapport worden ze macro-economische risico's genoemd, hoewel in een eerdere versie van het rapport ze als systematische risico's zijn aangeduid.

Waardering van (macro-economische) risico's betekent niet dat scenarioanalyses achterwege kunnen blijven. Integendeel, ze bieden inzicht in kritische succesfactoren die onderbelicht zouden kunnen blijven. Bovendien kunnen door technologische ontwikkelingen of sociale verschuivingen de onderlinge relatie tussen projectvariabelen en omgevingsfactoren fundamenteel veranderen, zodat het macro-economische risico van een project niet uit het verleden af te lezen is. Ten tweede kunnen zich onverwachte, specifieke schokken voordoen die de rentabiliteit van een project sterk aantasten. Zo zijn scenario's een onmisbaar instrument om fasering van projecten te bestuderen.

### **Waardering van risico's**

Als diversificeerbare, verzekerbare risico's goed te spreiden zijn, hebben deze geen weerslag in de kosten-batenramingen. Uitzonderingen zijn geconcentreerde en asymmetrische risico's.

Voor macro-economische risico's zijn er twee opties: de waarde van deze risico's wordt direct in geschatte kosten-batenstromen verwerkt of komt tot uitdrukking in een projectspecifieke risico-opslag, waarmee de kosten- en batenstromen contant worden gemaakt. De commissie constateert dat tussen beide opties geen wezenlijke verschillen bestaan. Wel is de waarde van macro-economische risico in de tweede optie eenvoudiger te bepalen en makkelijker te ijken op marktinformatie dan in de eerste optie.

Voor het bepalen van de projectspecifieke risico-opslag wordt risicowaardering op de (kapitaal)markt als uitgangspunt genomen. De overweging hiervoor is in de eerste plaats dat in kosten-batenanalyses in beginsel marktprijzen voor waardering worden gebruikt. In de tweede plaats is in de marktsector een opslag voor macro-economische risico's in rendementseisen verwerkt. Zo is er op de aandelenmarkt een duidelijke uitruil tussen verwacht rendement en macro-economisch risico te vinden.

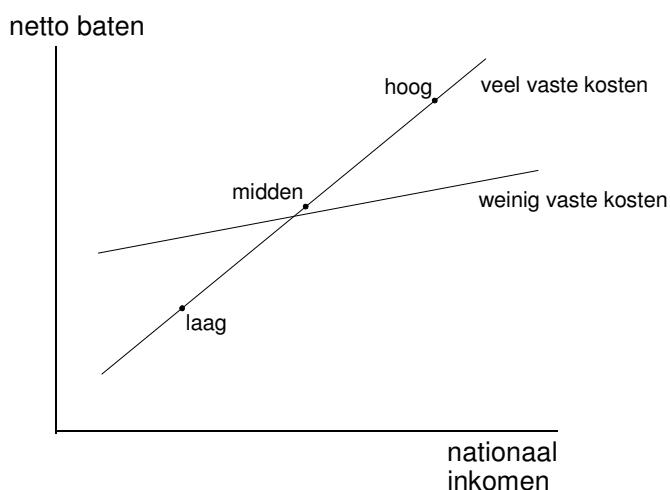
Voor het berekenen van de projectspecifieke risico-opslag is een eenvoudige rekenregel:

$$\text{projectspecifieke risico-opslag} = \text{algemene risicopremie} \times \text{projectspecifieke beta} .$$

De *algemene risicopremie* is op 3% vastgesteld. Hieraan liggen empirisch onderzoek en praktische overwegingen ten grondslag. Aan de hand van tijdreeksen voor reële consumptie en reël aandelenrendement in de naoorlogse periode is geprobeerd de algemene risicopremie te achterhalen. Uit de tijdreeksanalyse komt een risicopremie van 4,2% naar voren. Dit komt overeen met bevindingen in de bestaande economische literatuur. Verder blijken bedrijven een algemene risicopremie van 2% à 4% te hanteren. Bovendien komt het afkappen van de tijdshorizon tot 30 jaar - nu de gebruikelijke praktijk - voor een gemiddeld project overeen met het hanteren van een discontovoet die zo'n 3 procentpunten boven op de risicovrije discontovoet van 4% ligt.

De *projectspecifieke beta* is een maat voor de structurele samenhang tussen projectuitkomsten en de consumptiemogelijkheden van de gemiddelde belastingbetaler. Het verschilt van project tot project. De beta is te bepalen door een historische analyse, het gebruik van stochastische modellen of een vergelijking met andere projecten. Vaak zal het bepalen van de beta geen extra onderzoek vereisen maar zal de beta eenvoudig af te leiden zijn uit modellen die toch al vereist zijn voor het maken van toekomstprojecties. Bij veel projecten tonen de (drie) scenario's al een duidelijke samenhang tussen het nationaal inkomen en de netto baten. Figuur 0.4 biedt een illustratie hiervan. In een scenario met hoge groei zijn de netto projectbaten meestal hoger dan in een scenario met lage groei. Naarmate de samenhang tussen beide sterker is en de curve in figuur 0.4 steiler, is een project riskanter. Het saldo van baten en kosten zal met name gevoelig voor (de groei van) het nationaal inkomen zijn als de kosten vast en niet variabel zijn.

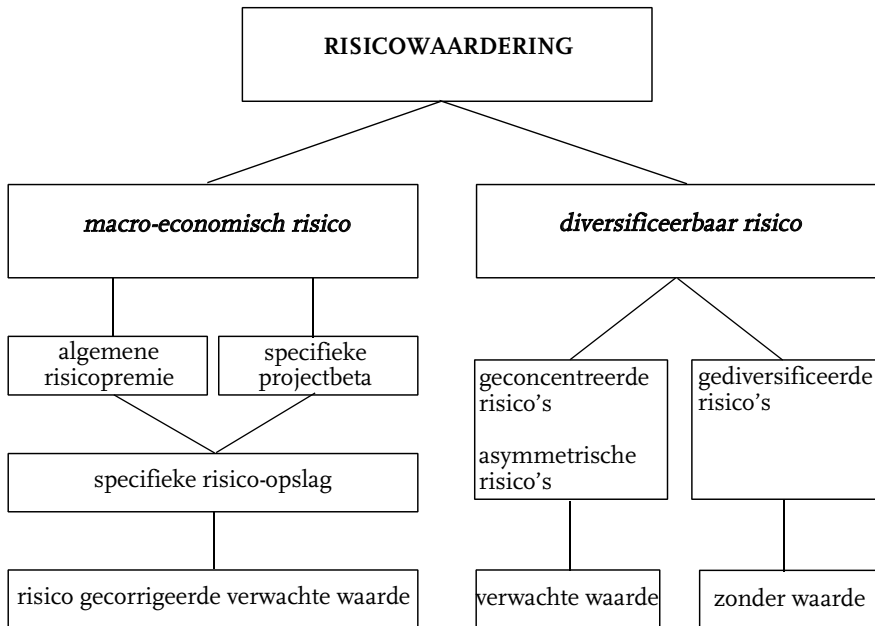
**Figuur 0.4 Samenhang tussen netto projectbaten en nationaal inkomen (in drie scenario's)**



De (model)aanpak is waarschijnlijk accurater als voor afzonderlijke kosten- en batenstromen afzonderlijke beta's worden bepaald. Hierdoor zal bijvoorbeeld een onderscheid tussen vaste en variabele kosten duidelijk naar voren komen.

Gevoeligheidsanalyses bij risicowaardering betreft zeker twee belangrijke parameters. De eerste is de algemene risicopremie. Berekeningen met een ondergrens van 1,5% en een bovengrens van 4,5% kunnen de onzekerheid over de algemene risicopremie weergeven. Ten tweede zijn de verschillende beta's met onzekerheid omgeven. De betrouwbaarheid van die schattingen biedt een aanknopingspunt voor gevoeligheidsanalyses.

Het onderstaande schema biedt een overzicht van de verschillende vormen van risico's. Het toont tevens hoe deze risico's in een kosten-batenanalyse moeten worden meegenomen.

**Figuur 0.5** Overzicht verschillende vormen van risico's

## Conclusies en aanbevelingen

De commissie Risicowaardering komt tot de volgende aanbevelingen:

1. De commissie beveelt aan een risicoparagraaf een vast onderdeel van een kosten-batenanalyse te laten zijn. Hierdoor zullen risico's systematisch aandacht krijgen. De risicoparagraaf zou in ieder geval moeten ingaan op:
  - a. diversificeerbare risico's;
  - b. macro-economische risico's;
  - c. scenarioanalyses;
  - d. gevoeligheidsanalyses.
2. Indien de macro-economische risico's tot uitdrukking komen in een risico-opslag bovenop de risicovrije discontovoet van 4%, is onderscheid te maken tussen twee soorten kosten-batenanalyses:
  - a. diepgaande kosten-batenanalyse - Hier wordt aanbevolen een projectspecifieke risico-opslag te hanteren. De projectspecifieke opslag is het product van een algemene risicopremie van 3% en een (project)beta. De meest adequate aanpak is om voor afzonderlijke kosten- en

- batenstromen afzonderlijke beta's te bepalen, op basis van historische analyse, stochastische modellen of ervaringen met vergelijkbare projecten. Daarnaast wordt aanbevolen in ieder geval gevoeligheidsanalyses voor de algemene risicopremie (met onder- en bovengrens van 1½% respectievelijk 4½%) en de gevonden beta's uit te voeren.
- b. kengetallen kosten-batenanalyse - In een vroege fase van het onderzoeks- en besluitvormingsproces is diepgaande risicoanalyse nog niet opportuun. Het zou naar verhouding veel tijd en moeite vergen, bijvoorbeeld om de benodigde gegevens te verzamelen. Daarom wordt voor een kengetallen kosten-batenanalyse aanbevolen voor elke kosten- of batenstroom eenzelfde risico-opslag te hanteren die overeenkomt met de algemene risicopremie van 3%. Verder wordt aanbevolen een gevoeligheidsanalyse voor de algemene risicopremie (met onder- en bovengrens van 1½% respectievelijk 4½%) uit te voeren.
3. Bij PPS wordt de marktwaarde van bepaalde risico's voor private en publieke partijen vergeleken. Hierbij wordt zo mogelijk informatie uit verzekerings- en uit andere markten gebruikt. Bovendien is een vergelijking van marktwaarde en maatschappelijke waarde geboden. De commissie constateert dat de waarderingsprincipes bij PPS en kosten-batenanalyses niet van elkaar afwijken.

## Leeswijzer

Het rapport beoogt verschillende groepen lezers te bereiken. Voor sommigen kan het lezen van de samenvatting en aanbevelingen volstaan. Voor de praktijk van risicowaardering kan het lezen van hoofdstuk 1, 2 en 4 volstaan. In hoofdstuk 2 wordt de huidige praktijk gekenmerkt terwijl hoofdstuk 4 de voorgestelde aanpak bespreekt. Hoofdstuk 3 vormt echter logische aanloop naar hoofdstuk 4. Hierin biedt de commissie een onderbouwing van de aanbevelingen. In dit hoofdstuk worden vanuit welvaartseconomisch perspectief verschillende relevante risico's onderscheiden. Vervolgens bespreekt het de marktinformatie die voor het beprijzen van deze risico's nodig is. Hoofdstukken 3 is zijn bedoeld voor lezers, bijvoorbeeld onderzoekers, die de problematiek van risicowaardering volledig willen doorgronden en voor lezers, die na het bestuderen van hoofdstuk 4, nog verduidelijking behoeven. Verder zijn in de bijlagen praktijkvoorbeelden van risicowaardering te vinden. Deze kunnen onderzoekers op weg helpen.



# 1 Inleiding

Bij publieke investeringsprojecten worden consequent toekomstige opbrengsten en kosten geëvalueerd bij de voorgeschreven reële discontovoet van 4%.<sup>1</sup> Als alle effecten in geld uit te drukken zijn en een positief saldo resulteert, zodat het jaarlijkse rendement hoger dan 4% ligt, is een project rendabel. Echter, de discontovoet geldt voor risicovrije projecten. Voor riskante projecten zegt het saldo nog weinig. Aan beleidsmakers valt dan de moeilijke taak toe om rendement en risico tegen elkaar af te wegen.

Risicowaardering bij de overheid biedt het grote voordeel dat risico en rendement onderling vergelijkbaar worden. De afweging tussen beide wordt inzichtelijker, waarmee de besluitvorming over projecten baat heeft. Bovendien biedt risicowaardering een uitweg voor enkele lastige, praktische problemen bij publiek-private samenwerking en kosten-batenanalyses die voortvloeien uit de toepassing van de risicovrije discontovoet. Zo wordt bij de evaluatie van infrastructuurprojecten enigszins willekeurig de tijdshorizon beperkt, juist omdat de risico's in de verre toekomst groot zijn. Bij een expliciete waardering is deze noodgreep niet langer nodig.

Risicowaardering hoort een onlosmakelijk deel van projectevaluatie te zijn. De Studiegroep Herooverweging Discontovoet heeft de duidelijke aanbeveling dat risico's in een kosten-batenopstelling naar voren moet komen. Deze aanbeveling is door het kabinet overgenomen. Verder schenkt ook de OEEI-leidraad (CPB en NEI, 2000) aandacht aan risico's en onzekerheid. Desalniettemin worden risico's bij projectevaluaties hooguit kwalitatief en vaak weinig systematisch behandeld. Uitzonderingen zijn de analyses voor publiek-private samenwerking, waarbij steeds het doel is om de waarde van bepaalde risico's voor private en publieke partijen expliciet te maken.

Het principe van risicowaardering en met name de praktische uitwerking van dat principe is misschien niet voor iedereen even duidelijk. De indruk bestaat dat daardoor risicowaardering in de praktijk vaak achterwege blijft. Het rapport heeft dan ook als doel de grondslagen en methoden van risicowaardering toegankelijk te maken. Hierbij is geen theoretische vernieuwing of verdieping nagestreefd. Het rapport sluit nauw aan bij de reeds bestaande en breed geaccepteerde economische theorie over investeringen en beleggingen. Daarentegen probeert het rapport de theoretische grondslagen in praktische methoden om te zetten, met de verwachting dat daardoor risicowaardering in de praktijk mogelijk wordt en ook zal plaatsvinden.

<sup>1</sup> De voorgeschreven reële discontovoet van 4% geldt in alle gevallen. Voor de budgettaire inpassing van publiek-private is voorgeschreven dat de disconteringsvoet gebaseerd moet zijn op de rente van een overheidslening met een looptijd die overeenkomt met de levensduur van het betreffende project.

Bij risicowaardering duiken verschillende theoretische en praktische moeilijkheden op. Sommige moeilijkheden zijn op het moment onmogelijk uit de wereld te helpen. Zo is het grote rendementsverschil tussen aandelen en obligaties, de zogeheten ‘equity premium puzzle’, een groot raadsel. De commissie heeft geprobeerd deze moeilijkheden te signaleren maar ook geconstateerd dat ze een werkbare aanpak niet wezenlijk in de weg staan. Als praktijkervaring aanleiding geeft om grondslagen en methoden verder en verfijnder uit te werken, is dit in de ogen van de commissie juist een succes: het rapport is bedoeld om een aanzet tot risicowaardering te geven. Met het analyseren en beprijzen van risico’s valt veel te winnen.

Het volgende hoofdstuk kenschetst de huidige praktijk van projectevaluaties. Risicowaardering vormt een hiaat dat aanleiding tot een aantal problemen geeft. Hoofdstuk 3 zal verschillende vormen van risico’s onderscheiden. Vervolgens brengt het de marktwaardering van die verschillende risico’s in kaart. Hoofdstuk 3 biedt een onderbouwing voor de aanbevelingen van de commissie. Een lezer die meer of alleen geïnteresseerd is in een praktische uitwerking van risicowaardering, kan onmiddellijk doorbladeren naar hoofdstuk 4. Het laatste hoofdstuk geeft de belangrijkste conclusies en aanbevelingen.

## 2 De huidige praktijk van risicowaardering

*In de huidige praktijk van projectevaluatie laat waardering van risico's nog veel te wensen over. Dat staat op gespannen voet met het voorschrift uit het rapport van de Studiegroep Heroverweging Disconteringsvoet en leidt tot (praktische) problemen. Ten eerste is de afweging tussen verwacht rendement en risico voor beleidsmakers lastig te maken. Ten tweede botst deze praktijk met die in de private sector, waar aan risico's wel een waarde wordt toegekend. Zo bestaat bij PPS het gevaar dat de overheid met risico's wordt opgezadeld. Ten derde is de evaluatie van infrastructuurprojecten gevoelig voor de gekozen tijdshorizon. Dit wordt minder bij een expliciete waardering van risico's.*

In Nederland is sinds 1995 een vaste disconteringsvoet van 4% voorgeschreven. Deze voet is gebaseerd op het historisch gemiddelde van de reële lange rente op de kapitaalmarkt.<sup>1</sup>

De disconteringsvoet geldt in beginsel voor risicovrije projecten. De met een project gemoeide risico's dienen in de ramingen van kosten en baten tot uitdrukking te komen. Bij evaluatie van overheidsprojecten wordt de discontovoet van 4% consequent toegepast. Bovendien is het goed gebruik om bij grote projecten door scenario's en gevoeligheidsanalyses de risico's van een project te illustreren. Expliciete waardering van risico's blijft echter achterwege.

In grote lijnen is de praktijk van projectevaluatie in het buitenland niet anders dan die in Nederland. Wel worden zeer uiteenlopende discontovoeten gehanteerd. In Duitsland is de voorgeschreven discontovoet 3%, terwijl in de Verenigde Staten 7% de standaard is, en in Frankrijk 8%.<sup>2</sup> Onduidelijk is in hoeverre in deze discontovoeten een (algemene) opslag voor risico is verwerkt.

Op de kapitaalmarkt gelden in de regel hogere rendementseisen dan 4% voor riskante vermogenstitels. Beleggers vragen een hoger rendement naarmate een belegging riskanter is. Aandelen hebben gemiddeld over een lange periode een 4,5 à 6 procentpunten hoger rendement dan staatsobligaties gehad.<sup>3</sup> Bedrijven zijn voor financiering van investeringen deels op de aandelenmarkt aangewezen en stellen derhalve aan investeringsprojecten ook hogere rendementseisen. Zo ontleent PricewaterhouseCoopers in rapporten over een nationale luchthaven in zee de discontovoet aan de kapitaalkosten voor de Nederlandse luchtvaartsector en rekent het met een voet van 10%. Dit is geen uitzondering maar regel voor de marktsector.

<sup>1</sup> Studiegroep Heroverweging Discontovoet (1994), De toepassing van de disconteringsvoet bij de analyse van overheidsprojecten

<sup>2</sup> Zie voor een overzicht CE (2000).

<sup>3</sup> Zie voor Nederland Fase (1997) en Eichholtz, Koedijk en Otten (2000). Voor de VS wordt eenzelfde risicopremie gevonden (Bazelon and Smetters, 1999)

Het verschil in disconto - 4% of (meer dan) 10% - heeft het gevolg dat een project of een deel daarvan in de ogen van de publieke sector rendabel kan lijken maar in de ogen van de private sector niet. Het is bevreemdend dat een project in het ene geval als winstgevend en in het andere geval als verliesgevend wordt gezien als het enige verschil tussen beide gevallen publiek of privaat eigendom is.

De sleutel voor het verschil tussen publieke en private sector ligt bij de waardering van risico. In de private sector wordt in de rendementseis voor een investeringsproject met risico's rekening gehouden. In de publieke sector daarentegen blijft een expliciete waardering van risico's achterwege en wordt bij projectevaluatie stevast met een risicovrije discontovoet van 4% gewerkt. Dit leidt tot praktische problemen bij Publiek-Private Samenwerking (PPS) en bij de evaluatie van infrastructuurprojecten die een lange levensduur hebben.

Bij een beoogde samenwerking tussen de publieke en de private sector komt het verschil in disconto ongemakkelijk naar voren. Zo lijken overheden 'geduldiger' te zijn dan private partijen. Terwijl overheden ook de voordelen op lange termijn lijken te waarderen, willen private partijen op korte termijn resultaat boeken. Zo zullen ze de nadruk leggen op een overzienbare, korte terugverdientijd. Bovendien bestaat het gevaar dat overheden met ongewenste risico's opgezadeld worden omdat de overheden risico's niet prijzen en private partijen wel. Om dezelfde reden betekent een overdracht van risico's naar private partijen voor de publieke partij een (ogenschijnlijke) budgettegvaller, bijvoorbeeld in de vorm van verzekeringspremies. Als de overheid risico's zou waarderen en in haar begrote budget zou meenemen, zal een dergelijke tegenvaller niet optreden.

Ook bij de evaluatie van overheidsprojecten ontstaan problemen. Bij een lage discontovoet en het ontbreken van risico-waardering krijgen projectuitkomsten in de verre toekomst een groot gewicht. Met name bij evaluatie van infrastructuurprojecten komt het belang van de verre toekomst duidelijk naar voren omdat deze projecten een lange economische en technische levensduur hebben. Voor het opstellen van kosten-batenramingen moeten toekomstprojecties 30 jaar of meer bestrijken. Tegelijkertijd bestaat het gevoel dat projecties voor de zeer lange termijn geen betrouwbare basis vormen voor het opstellen van een kosten-batenraming. De onzekerheden zijn na 30 jaar of meer (te) groot.

De huidige, 'lage' discontovoet leidt tot tal van praktische problemen bij evaluatie van infrastructuurprojecten.

In het OEEI-rapport van CPB en NEI (2000) wordt het grote gewicht van de verre toekomst onderkend. Daar is een belangrijke conclusie dat de combinatie van een lage discontovoet en een

lange tijdshorizon bij een kosten-batenanalyse niet aanvaardbaar is, als de waarde van risico's niet expliciet in een kosten-batenopstelling is meegenomen. Het rapport bespreekt tevens een aantal ad-hoc oplossingen om het gewicht van de verre toekomst in de kosten-batenramingen terug te dringen. Twee van deze oplossingen zijn een beperkte tijdshorizon en een hogere discontovoet.

- Een beperkte tijdshorizon  
Deze methode is tot nu toe gebruikt bij de beoordeling van grote infrastructurele projecten. Deze methode is equivalent aan het toepassen van twee discontovoeten: een voet van 4% binnen de tijdshorizon, vaak zo'n 30 jaar, en een oneindig hoge voet voor de jaren daarna. De opbrengsten binnen de tijdshorizon tellen dus (te) zwaar mee, en de opbrengsten na de tijdshorizon in het geheel niet. Dit is een nogal ruwe methode om met risico rekening te houden. Binnen de tijdshorizon heeft risico geen waarde, daarna een oneindig hoge waarde.
- Een vaste risico-opslag voor de gehele levensduur van het project  
Een vaste risico-opslag, en dus een hogere discontovoet, geeft een gelijkmatigere waardering van risico in de tijd, maar de vraag is of hiermee - voldoende - recht wordt gedaan aan de specifieke risico-kenmerken van het project.

De twee methoden dringen het belang van de verre toekomst bij een projectevaluatie terug, maar verdienen niet de schoonheidsprijs. Bij beide methoden wordt niet geprobeerd onzekerheden over de toekomst -- kwantitatief of kwalitatief -- in beeld te brengen. Daarnaast doen ze beide geen recht aan de kenmerken van een project: de methoden kiezen niet voor een projectspecifieke uitkomst maar voor een algemene correctie.

Door het afkappen van de tijdshorizon wordt in feite een hogere discontovoet gehanteerd. Het rekenvoorbeeld hieronder geeft aan dat voor een project met een constante groeivoet van de baten over 100 jaar, de gemiddelde discontovoet bij een afgekapte tijdshorizon van 30 jaar, zo'n 6,5% à 7% bedraagt.

**Een rekenvoorbeeld**

Stel een project heeft een lange levensduur van 100 jaar of meer. In de eerste 3 jaar vallen de investeringskosten en zijn de baten nihil. Daarna zijn er jaarlijks baten die met constante voet groeien. Bij welke discontovoet geeft de combinatie van die discontovoet en een lange tijdshorizon van 100 jaar hetzelfde resultaat als een discontovoet van 4% en een tijdshorizon van 30 jaar? Het antwoord hangt af van de groeivoet, maar ligt in de buurt van 6,5% à 7%.

	Jaarlijkse groei van baten		
	1%	2%	3%
Hogere discontovoet	6,3%	6,7%	7,1%
=			
tijdshorizon van 30 jaar			

Voor de keuze van een bepaalde tijdshorizon bestaat geen stevige grond, hoewel de keuze niet zonder gevolgen is. Infrastructuurprojecten kennen vaak een lange levensduur zodat bij die projecten de rentabiliteit gevoelig voor de gehanteerde tijdshorizon is. Zo constateerde de Commissie Hermans (Commissie Betuweroute, 1995), die het onderzoek naar de Betuwelijn beoordeelde, met zorg dat het leek alsof ieder project rendabel te maken was door een voldoende lange tijdshorizon te nemen.

De beschikbaarheid van geloofwaardige toekomstprojecties lijkt een van de belangrijkste bepalende factoren bij de keuze voor een tijdshorizon te zijn. Sommigen verdedigen echter het standpunt dat aan een project een restwaarde toe te kennen valt. Ook voorbij de tijdshorizon zal een infrastructuurproject baten (en kosten) hebben. Dit standpunt heeft een niet te ontkennen logica maar is strijdig met de bevindingen uit het OEEI-rapport van CPB en NEI: een beperkte tijdshorizon als risico's ongewaardeerd blijven.

Vaak worden voor verschillende projecten verschillende beoordelingsperioden gekozen. Zo is de beoordelingsperiode bij HSL-Oost 32 jaar en bij een nationale luchthaven in zee 26 jaar. In beide gevallen is het voorschrift voor de discontovoet nageleefd maar wordt feitelijk een verschillende discontovoet gehanteerd. Een voorschrift over de te hanteren tijdshorizon ontbreekt, en in de praktijk worden uiteenlopende beoordelingsperioden gekozen. Hierdoor zijn de uitkomsten van verschillende projectevaluaties niet goed onderling vergelijkbaar.

Een beperkte tijdshorizon en hogere discontovoet zijn ruwe methoden om het gewicht van de verre toekomst terug te dringen. Beide methoden doen geen recht aan de specifieke risico's van een project.

Het probleem dat de verre toekomst bij projectevaluaties een groot gewicht kan hebben, is door de verschillende ad-hoc oplossingen, met name het afkappen van de tijdshorizon, beperkt gebleven. De ad-hoc oplossingen brengen echter nieuwe problemen met zich mee, en hebben niet dezelfde welvaartstheoretische grond als kosten-batenanalyse. Het verdient daarom de voorkeur om het probleem grondig aan te pakken: door de waardering van risico.

Het verschil in discontovoet tussen publieke en private sector komt voort uit gebrekkige of ontbrekende waardering van risico bij overheden. De overheid kan 'goedkoop' lenen op de kapitaalmarkt en overeenkomstig een lage rendementseis aan publieke projecten stellen, zo luidt een vaak te beluisteren redenering. Vergeten wordt echter dat 'goedkoop' lenen slechts mogelijk is omdat de belastingbetalers impliciet borg staan en schokken opvangen. De overheid zal altijd aan schuldverplichtingen kunnen voldoen omdat zij belasting kan heffen om die schuld in te lossen. Met andere woorden, de overheid betaalt een lage rente omdat zij risico's bij belastingbetalers kan leggen.

Door uit te gaan van een risicovrije discontovoet veronachtzaamt de publieke sector de risico's voor belastingbetalers. Net als aandeelhouders van bedrijven hebben belastingbetalers afkeer van risico: als twee projecten naar verwachting een gelijk rendement hebben, zullen zij het minst riskante project prefereren. Als bij beoordeling van projecten een (potentiële) compensatie voor risico's wordt betrokken, kan het beeld van die projecten aanmerkelijk veranderen. Door risico's te waarderen komen ook de rendementseisen in de publieke en in de private sector dicht bij elkaar te liggen. In het volgende hoofdstuk zullen we de theoretische grondslagen van risico-waardering door de publieke sector uitwerken. Daarna komt de praktische toepassing aan bod.



### 3 De grondslagen van risicowaardering

*Evenals in de theorie en praktijk van private investeringen bestaat in de welvaartseconomische benadering een belangrijk onderscheid tussen risico's die wel of niet te spreiden zijn: diversificeerbare en macro-economische risico's. Dit onderscheid vormt de basis voor een typering van relevante projectrisico's. Voor de waardering van relevante projectrisico's is marktinformatie vaak bruikbaar. Voorwaarde is dat markt-of overheidsfalen niet duidelijk aanwijsbaar is.*

Nagenoeg alle projecten kennen macro-economische risico's. Een uniforme aanpak voor deze risico's is wenselijk en mogelijk. Empirische (markt)gegevens en praktische overwegingen leiden tot een algemene risicopremie van 3 procentpunten, met een onder- en bovengrens van  $1\frac{1}{2}$  en  $4\frac{1}{2}$  procentpunten.

Hoofdstuk 3 biedt een onderbouwing voor de aanbevelingen van de commissie. Een praktische aanpak van risicowaardering is te vinden in hoofdstuk 4.

#### 3.1 Inleiding

Bij een kosten-batenanalyse vormt individuele, marginale waardering van goederen en diensten het uitgangspunt. Deze waardering komt in marktprijzen tot uitdrukking. Marktprijzen kunnen derhalve dienen om kosten en baten in geld uit te drukken en onderling vergelijkbaar te maken. Voorwaarde is wel dat markten goed functioneren en marktprijzen niet verstoord zijn (zie de OEEI-leidraad, §5.4 en §5.5).

Risicowaardering is een onderdeel van een kosten-batenanalyse. Voor beide moet hetzelfde uitgangspunt gelden en dient dezelfde voorwaarde op te gaan. Risico's worden op tal van markten impliciet of expliciet verhandeld. Deze marktinformatie kan voor waardering aangewend worden.

Om de welvaarttheoretische grondslag van risicowaardering helder te maken is het inzichtelijk om een parallel te trekken tussen belastingbetalers en aandeelhouders/beleggers.

Risicowaardering bij reële (overheids)investeringen komt sterk overeen met risicowaardering bij financiële investeringen.

Aandeelhouders/beleggers dragen uiteindelijk de bedrijfsmatige, financiële risico's. De winsten kunnen onverwacht meevallen, bijvoorbeeld omdat verkopen toenemen of omdat het management kostenbesparende technieken weet te introduceren. De winsten kunnen ook onvoorzien tegenvallen, bijvoorbeeld omdat een van de directe concurrenten een nieuw product op de markt brengt of omdat een rechtszaak voor een bedrijf verkeerd uitvalt. De onverwachte schommelingen in winsten zijn voor rekening van de aandeelhouders. De winsten gaan in de

vorm van huidige of toekomstige dividenduitkeringen naar de aandeelhouders, en zijn van onmiddellijke invloed op de waarde van aandelen.

De positie van de belastingbetaler is tot op zekere hoogte te vergelijken met die van de aandeelhouder/belegger: uiteindelijk loopt de belastingbetaler de risico's als de investeringskosten hoger zijn dan begroot of als de financiële opbrengsten van een project teleurstellend zijn. Een belangrijk verschil tussen de belastingbetaler en de aandeelhouder is dat de eerste risico's opgelegd krijgt terwijl de laatste risico's vrijwillig loopt. Dat heeft het gevolg dat een aandeelhouder een compensatie voor risico kan eisen, in de vorm van een hoger verwacht rendement, terwijl de belastingbetaler slechts op compensatie kan hopen. De overheid 'vergeet' een compensatie als het een te lage rendementseis aan publieke projecten stelt. De rente waartegen de overheid kan lenen, is niet geschikt als rendementseis. Hierin is geen opslag voor risico opgenomen.

In paragraaf 3.2 worden enkele economische grondslagen van risicowaardering behandelt. Daarbij gaat het om de vraag: wat is risico en waarom heeft het een prijs? Hieruit komt het belangrijke onderscheid tussen diversificeerbaar en niet-diversificeerbaar risico naar voren. In paragraaf 3.3 wordt dit verder uitgewerkt voor de risicowaardering bij publieke projecten. Paragraaf 3.4 biedt vervolgens een overzicht van de verschillende typen risico's. Paragraaf 3.5 schetst een beeld hoe waardering van de verschillende risico's kan verlopen.

## 3.2 Een welvaartstheoretische benadering van risico's

In de welvaartstheoretische benadering betreft risico steeds onverwachte mee- en tegenvallers in individueel inkomen. Hierbij bestaat een voorkeur voor een zeker inkomen (zonder risico) boven een onzeker inkomen (met risico). Risico - d.w.z. de spreiding van het inkomen of de consumptie rondom een verwachte waarde - heeft daarom een prijs.

Bij de waardering van risico wordt onderscheid gemaakt tussen *diversificeerbaar risico* en *niet-diversificeerbaar risico*. Bij diversificeerbaar risico gaat het om projectspecifieke mee- en tegenvallers die belangrijk zijn voor het project maar geen samenhang vertonen met mee- en tegenvallers in de rest van de economie. Van niet-diversificeerbaar risico is sprake wanneer de mee- en tegenvallers van het project een systematisch verband vertonen met economie-brede risico's. Denk in dit verband aan de samenhang tussen projectbaten en de macro-economische ontwikkeling.

Bij de economische waardering gaat het vooral om de niet-diversificeerbare risico's. Waarom niet-diversificeerbaar risico economisch een andere betekenis heeft dan diversificeerbaar risico kan in vier stappen worden toegelicht:

1. Risico wordt opgevat als de spreiding van netto baten rond hun verwachte waarde.
2. Risico heeft een prijs vanwege risico-aversie van individuen.
3. Bij de waardering van projecten gaat het om de maatschappelijke prijs van het risico.
4. Alleen niet-diversificeerbare risico's hebben maatschappelijk waarde.

1. *Risico wordt opgevat als de spreiding van netto baten rond de verwachte waarde.*

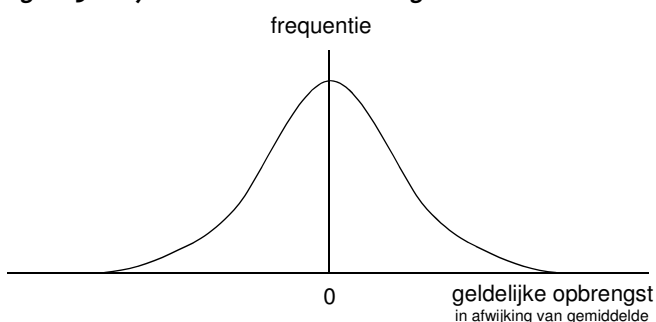
Risico wordt opgevat als onzekerheid over de uitkomsten van een project. In het bijzonder gaat het om de spreiding (of variantie) van kosten en baten rond hun verwachte waarde. Bij onzekere gebeurtenissen (bijvoorbeeld het aantal ogen van een dobbelsteen) bestaat dus onderscheid tussen de verwachte uitkomst ( $3\frac{1}{2}$ ) en de spreiding (variërend van 1 tot 6).

Risico wordt hier opgevat als onzekerheid over de baten en kosten van een project. In het bijzonder gaat het om de spreiding (of variantie) van uitkomsten rond een verwachte waarde.

In praktijk wordt het begrip risico losjes gebruikt en kunnen aan hetzelfde begrip verschillende betekenissen worden gehecht. Zo duidt risico soms een onzekere gebeurtenis aan ('het risico dat de bouw vertraging ondervindt') of is het juist een verzamelterm voor verschillende onzekere gebeurtenissen ('het risico van kostenoverschrijdingen'). In dit rapport zal echter met risico steeds spreiding van uitkomsten rondom een verwachte waarde worden aangeduid.

De interpretatie van risico als spreiding van uitkomsten wordt vaak geïllustreerd met het "klokdiagram". Hierbij wordt van iedere uitkomst de kans (de frequentie) afgebeeld. Het oppervlak onder de curve is per definitie gelijk aan één, namelijk de som van alle kansen.

**Figuur 3.1 Symmetrische kansverdeling van uitkomsten: de klok**



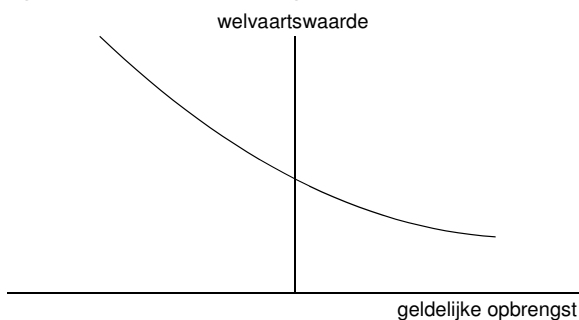
Bij een symmetrische verdeling valt de top van de curve samen met de verwachte (gemiddelde) waarde; de breedte van de klok geeft de spreiding weer.

2. *Risico heeft een prijs vanwege risico-aversie van de individuen.*

Onzekerheid heeft een prijs vanwege de risico-afkeer van individuen. Het principe van risico-afkeer is eenvoudig toe te lichten: individuen hebben liever een zeker inkomen van 30.000 euro per jaar dan een 50%-50% kans op een inkomen van 0 euro en een inkomen van 60.000 euro. Hoewel de verwachte waarde van het inkomen in beide gevallen gelijk is, namelijk 30.000 euro, geven mensen toch de voorkeur aan het zekere inkomen.

De risico-afkeer hangt samen met het afnemend grensnut van inkomen. Aan de eerste 30.000 euro inkomen wordt meer waarde gehecht dan aan de tweede 30.000 euro etc. Hierdoor telt het verlies (of de winst) van een euro minder zwaar bij een hoog inkomen dan bij een laag inkomen.

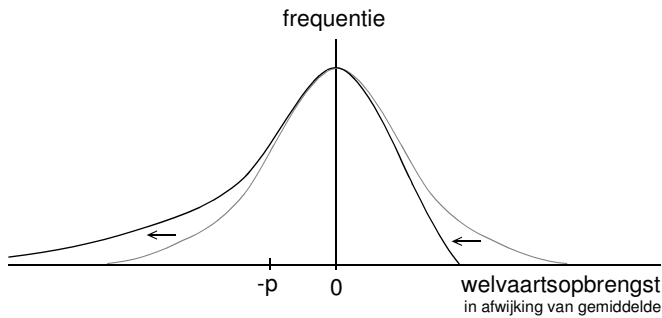
**Figuur 3.2 Afnemende marginale welvaartswaarde van inkomen**



Het afnemende marginale nut van inkomen wordt geïllustreerd door de dalende curve in figuur 3.2. Deze toont de welvaartswaarde die het individu aan een euro extra inkomen toekent. De waarde van extra inkomen daalt met de hoogte van het inkomen.

Risico-afkeer door inkomensafhankelijk marginaal nut heeft belangrijke gevolgen voor de waardering van een project. De projectopbrengsten (figuur 3.1) moeten gewogen worden met de welvaartswaarde van die opbrengsten (figuur 3.2). Dit leidt tot figuur 3.3 en een nieuwe kansverdeling van mogelijke uitkomsten, nu in termen van nut of welvaart. De nieuwe kansverdeling is niet langer symmetrisch maar scheef: er wordt extra gewicht aan lage opbrengsten gegeven en minder gewicht aan hoge opbrengsten toegekend. De klok helt nu naar links. Ook al blijft de piek van de verdeling op dezelfde plaats, wordt hierdoor de verwachte waarde van de welvaartsofbrengsten lager. Het verschil tussen de verwachte geldelijke opbrengsten en de verwachte welvaartsofbrengsten ( $-p$ ) is de prijs van onzekerheid.

De herweging met afnemend marginaal nut impliceert dat er een negatief verband tussen de welvaart en de spreiding in de projectuitkomsten. Hoe groter de spreiding, des te zwaarder weegt het verschil in waardering tussen hoge en lage uitkomsten.

**Figuur 3.3 Herwogen projectopbrengsten**

Hoe groot het welvaartsverlies is, hangt af van twee factoren:

- de spreiding in de mogelijke uitkomsten (de breedte van de klok in figuur 3.1)
- de mate van risico-afkeer (de hellingshoek van de curve in figuur 3.2) .

Het welvaartsverlies dat door de spreiding ontstaat, is ook uit te drukken in een waarde (geld). Dat noemt men de *risicopremie*. De risicopremie is het bedrag waarvoor men van het risico af zou willen. Stel dat de risicopremie in dit geval 3000 euro bedraagt. Dan is het onzekere inkomen met een verwachte waarde van 30.000 voor het individu gelijkwaardig aan een zeker inkomen van 27.000. Deze 27.000 wordt het 'zekerheidsequivalent' (certainty equivalent) van het inkomen genoemd. De risicopremie is het verschil tussen het verwachte inkomen en het zekerheidsequivalent.

3. Bij de waardering van projecten gaat het om de maatschappelijke "prijs" van het risico.

Er zijn vele manieren om risico's tussen individuen te verhandelen. Het kan via verzekeringen, maar ook via de financiële markten. Zo kunnen ondernemingen zich indekken tegen valutarisico's via termijncontracten of opties. Eigenaren van ondernemingen kunnen hun risico's door uitgifte van aandelen delen met tal van beleggers. De financiële markten zorgen ervoor dat de risico's terecht komen bij diegenen die ze tegen de laagste prijs willen dragen. De prijs die door vraag en aanbod van risico's tot stand komt, biedt een maatstaf voor de waarde van deze risico's en kan derhalve worden gebruikt bij de beoordeling van projecten (zie verder paragraaf 3.5).

Echter, markten zijn niet perfect of ontbreken soms. Om dan toch de prijs van risico te bepalen moet de overheid daarom soms teruggaan naar de onderliggende principes van risicowaardering.

#### 4. Alleen niet-diversificeerbare risico's hebben een maatschappelijke prijs.

Door een gevarieerde portefeuille van aandelen aan te houden, kan een belegger zijn risico *diversificeren*: tegenvallers bij het ene investering vallen vaak weg tegen meevallers bij een ander investering, zodat het gemiddelde rendement van de portefeuille betrekkelijk constant is. Bij volledige diversificatie zou de spreiding van de portefeuille tot nul kunnen worden gereduceerd. De risico's van de afzonderlijk aandelen werken dan niet meer door in spreiding van het inkomen. Diversificeerbaar risico heeft om deze reden geen prijs.

Ook de overheid kan risico's effectief spreiden, namelijk via belastingheffing. Arrow en Lind (1971) laten zien de overheid evenals de aandelenmarkten risico's tegen elkaar kan laten wegvallen door deze over vele belastingbetalers te spreiden. Voor belastingbetalers geldt in veel opzichten hetzelfde als voor aandeelhouders. Beide hebben belangen in vele projecten, de aandeelhouder via zijn gespreide portefeuille van aandelen, en de belastingbetaler als financiële sluitpost van vele publieke projecten. In beide gevallen kunnen dankzij de "wet van de grote aantallen" de gevolgen van risico's worden geminimaliseerd. Door de diversificatie binnen de "overheidsportefeuille" wordt de gemiddelde belastingbetaler slechts met een geringe variantie (in belastingen) geconfronteerd. Bovendien dragen belastingbetalers ieder maar een zeer klein deel van elk afzonderlijk risico.

Het betekent dat de overheid geen compensatie voor risico hoeft te bieden als aan beide van twee voorwaarden voldaan is (zie ook de tekstbox 'Waarom heeft diversificeerbaar risico geen prijs'):

- de projecten klein zijn in verhouding tot het totale inkomen in de economie;
- de projectuitkomsten onafhankelijk zijn, d.w.z. niet gecorreleerd met andere belangrijke inkomenstenbronnen.

Als risico's in omvang beperkt en diversificeerbaar zijn, hoeft de overheid deze risico's niet te prijzen.

Niet alle onzekerheden zijn door spreiding te ondervangen. Wanneer risico voortkomt uit economie-brede schokken, worden belastingbetalers tegelijkertijd met dezelfde mee- of tegenvallers geconfronteerd. Het is dan niet mogelijk om door onderlinge transacties de inkomensgevolgen te verkleinen. Deze macro-risico's zijn *niet-diversificeerbaar*.

Dit heeft belangrijke gevolgen voor de risicowaardering van een project. Voorzover de spreiding in de netto baten van een project samenhangt met economie-brede schokken, heeft dat risico wel een prijs. Iets preciezer geformuleerd: wanneer de projectuitkomsten een systematisch verband vertonen met schokken in het inkomen van belastingbetalers, heeft de spreiding in

projectuitkomsten onvermijdelijk een effect op de welvaart. Niet-diversificeerbaar risico wordt ook wel ‘macro-economisch risico’ genoemd. Uitgaande van risicoaversie bij belastingbetalers concluderen Little en Mirlees (1974) hieruit dat de overheid compensatie voor het macro-economische risico van een project moet bieden (en compensatie voor het diversificeerbare risico achterwege kan laten).

Macro-economische risico komt voort uit economie-brede schokken en is niet door spreiding op de aandelenmarkt of via belastingheffing te ondervangen. Voor evaluatie van projecten is juist dit risico van belang.

De reden is vrij eenvoudig: wanneer een project steeds tegenvallers geeft wanneer inkomsten uit andere bronnen ook tegenvallen, wegen de tegenvallers extra zwaar. Omgekeerd tellen meevallers minder mee als zij plaatsvinden wanneer het inkomen toch al gunstig uitpakt. Men wint nu eenmaal liever de loterij als men financieel in de put zit, dan wanneer men toch ruim in het geld zit. Het gaat dus om de samenhang in de kansverdeling van de projectuitkomsten en het overige inkomen van individuen. In statistische termen wordt deze samenhang gemeten als de *covariantie* of correlatie tussen de onzekere projectuitkomsten en het inkomen (of de consumptie).

Een geschikte maat voor macro-economisch risico omvat de co-variantie tussen het rendement van een overheidsinvestering en het inkomen of de consumptie (van de gemiddelde belastingbetaler).

Projecten die hoge opbrengsten opleveren wanneer het toch al goed gaat met de economie, zijn minder aantrekkelijk dan projecten die minder gevoelig zijn voor macro-economische schokken. Bij de eerste moet een hogere risicopremie in rekening worden gebracht dan bij de tweede. Hoe groter de covariantie, des te hoger de risicopremie.

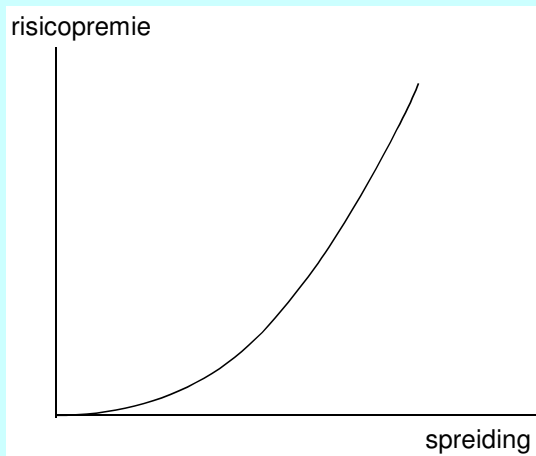
Bij een negatieve covariantie zou de risicopremie negatief zijn: projecten die systematisch meevallers opleveren wanneer de economie in een dip zit, zijn bijzonder aantrekkelijk.

Op de financiële markten wordt vaak de beta gebruikt als maat voor het niet-diversificeerbare risico of “marktrisico”. De beta meet de samenhang tussen het rendement van een bepaald aandeel en het rendement op de totale portefeuille van alle beleggers samen. Een hoge beta duidt op een sterke co-variantie met het “macro” rendement. Aandelen met een hoge beta zijn daarom minder aantrekkelijk; zij zullen op de markt een hoger rendement moeten bieden om beleggers over de streep te trekken. Dit hogere rendement biedt compensatie voor de risico-opslag die beleggers aan deze aandelen toekennen.

**Waarom heeft diversificeerbaar risico geen prijs?**

De maatschappelijke kosten van risico's zijn kleiner naarmate zij over meer mensen zijn verdeeld. Dit is het belangrijke achterliggende beginsel van het spreiden van risico. Het idee is gebaseerd op het feit dat inkomensonzekerheid van plus of min 10.000 euro voor 1 persoon veel zwaarder weegt dan een spreiding van plus of min 1 euro voor 10.000 personen. Door het afnemende marginaal nut van inkomen neemt het welvaartsverlies meer dan evenredig toe naarmate de uitlagen in het inkomen groter worden. Bij geringe spreiding rond het verwachte inkomen is het welvaartsverlies nihil.

Dit wordt geïllustreerd in de onderstaande figuur, die het welvaartsverlies door onzekerheid (in geldtermen) afzet tegen de omvang van de spreiding, d.w.z. de breedte van de "klok" in figuur 3.1 (bijv. gemeten als de standaarddeviatie). Het welvaartsverlies kan ook worden geïnterpreteerd als de risicopremie van het project. Een belangrijk kenmerk van dit plaatje is dat de curve horizontaal begint, en daarna steeds sneller begint te stijgen. Door het horizontale begin heeft een kleine spreiding praktisch geen waarde. Het is daarom maatschappelijk efficiënt om een gegeven inkomensrisico over zoveel mogelijk mensen te spreiden. Bij perfecte spreiding is de prijs van diversificeerbare risico's nul.



### 3.3 Risicowaardering bij overheidsprojecten

Deze algemene principes bieden een leidraad voor de waardering van risico door de overheid. In de eerste plaats moet van alle onzekere processen het effect op de *gemiddeld verwachte kosten en baten* worden vastgesteld. In de tweede plaats moet de spreiding van de projectuitkomsten worden gewaardeerd voorzover het gaat om niet-diversificeerbare risico's.

Van alle onzekere processen moet het effect worden bepaald op de gemiddeld verwachte kosten en baten.

Het belang hiervan kan worden toegelicht aan de hand van bijvoorbeeld treinvertragingen. Het feit dat de treinenloop onvoorspelbaar is, brengt aanzienlijke kosten met zich mee, zowel voor de NS als de reizigers. Reizigers moeten gemiddeld eerder van huis en het treinmaterieel wordt gemiddeld minder efficiënt benut. Deze kosten moeten worden meegenomen in de verwachting van het bedrijfsresultaat en in het verwachte nut voor de reizigers. Hoe groter de spreiding, des te onvoorspelbaarder de vertraging, en des te lager de gemiddelde baten. Het is daarbij de spreiding en niet de vertraging als zodanig die tot kosten leidt. Als alle treinen in Nederland stipt 5 minuten te laat zouden rijden, is er zelfs eigenlijk geen probleem meer.<sup>1</sup>

De economische consequenties van onzekerheid hangen mede af van de manier waarop met het risico wordt omgegaan. Door risico-management kunnen de kosten worden beperkt. Een onregelmatige treinenloop kan reden zijn om gemiddeld wat eerder van huis te gaan of reserves in te bouwen in de dienstregeling.

#### Niet-diversificeerbaar risico

Voor niet-diversificeerbare risico's is daarnaast waardering van de statistische *spreiding* van de netto opbrengsten. Wanneer een project de spreiding van het inkomen van belastingbetalers of consumenten vergroot brengt dit extra welvaartsverlies met zich mee vanwege risico-aversie.

Vrijwel alle projecten hebben te maken met niet-diversificeerbaar risico. Naar goed gebruik worden bij ex-ante evaluaties van infrastructuurprojecten de uitkomsten onder verschillende omgevingsscenario's bepaald. Een kenmerkend resultaat is dat in een scenario met hoge economische groei de rentabiliteit van een project beduidend beter is dan in een scenario met ongunstige omstandigheden. De baten van deze projecten kennen derhalve een nauwe samenhang met de inkomens uit andere bronnen.

<sup>1</sup> Dit staat los van de vraag of het bij budgettering van (deel)projecten nuttig kan zijn om een post op te nemen voor deze onzekerheden. In de PRI systematiek worden de geraamde kosten op projectniveau vaak met 1x de standaarddeviatie verhoogd. Deze post heeft vooral tot doel om een buffer in te bouwen binnen de projectraming.

Nu is niet elke investering in dezelfde mate aan niet-diversificeerbaar risico onderhevig, en dus even riskant. De co-variantie tussen projectopbrengsten en consumptie (van de gemiddelde belastingbetaler) kan van project tot project verschillen.

Technische onzekerheden, bijvoorbeeld een langere of kortere dan verwachte bouwtijd of hogere of lagere onderhoudskosten door onzekere slijtage, horen in een risico-analyse niet een extra (negatieve) waarde toegekend te krijgen. Er kan worden volstaan met hun effect op de verwachte kosten en baten. Als daarentegen in een onverwacht snel groeiende economie personeelskosten onverwacht hoger zijn en dus de bouwkosten (en onderhoudskosten) tegenvallen, is er macro-economisch risico met deze kosten gemoeid en behoort dit risico geprijsd te worden.

Ook als een project geen of slechts beperkt financiële opbrengsten heeft, verandert het principe van risicowaardering niet. Voorwaarde is wel dat die opbrengsten in geld uit te drukken zijn. Dan kan op een zinvolle manier de samenhang tussen projectuitkomsten en consumptiemogelijkheden in beeld komen. Wel is bijzondere aandacht vereist wanneer (niet-financiële) baten of lasten van een project bij specifieke groepen terechtkomen.

### **Bijzondere risico's**

Hoewel diversificeerbare risico's in beginsel geen prijs hebben, is het toch goed om deze risico's in kaart te brengen. In de eerste plaats is niet zeker dat diversificatie ook daadwerkelijk plaats vindt. Vooral bij niet-financiële baten en kosten worden de risico's vaak gedragen door een beperkte groep van betrokkenen. Bij dergelijke *geconcentreerde risico's* is de verdeling van de risico's van groot belang. Daarnaast is bijzondere aandacht nodig voor grote, strategische onzekerheden, vooral wanneer de projecten structurele ingrepen vergen en een onomkeerbaar karakter hebben. Dit duiden wij als *asymmetrische risico's*.

### **Geconcentreerde risico's**

Niet alle diversificeerbare risico's zijn ook daadwerkelijk gediversificeerd. Dit betreft niet de financiële risico's van een project, die door belastingheffing goed gespreid lijken. In het geding zijn onzekerheden rond niet-financiële baten en kosten. Dergelijke risico's kunnen ongelijk verdeeld zijn. Zoals een kosten-batenanalyse verdelingseffecten in kaart moet brengen, zal een risicoanalyse (groepen) individuen moeten identificeren die een meer dan evenredig deel van niet-financiële risico's dragen. Vaak zijn deze risico's niet te verzekeren en zal voor (groepen) individuen de variantie van de uitkomsten van belang zijn, ook als deze uitkomsten niet systematisch samenhangen met andere inkomsten. Als door een project niet-financiële risico's veranderen, moeten deze in kosten- en batenopstelling tot uitdrukking komen.

Een voorbeeld van een niet-financieel risico vormt de kans op een (dodelijk) ongeluk.

### **Asymmetrische risico's**

Bij asymmetrische risico's gaat het om bijzondere risico's die tot een scheve verdeling in de financiële uitkomsten kunnen leiden. Hierdoor kunnen risico's die geen duidelijk verband met het economisch getij kennen toch van belang zijn. Zo is voor de capaciteit van Schiphol de technologie een cruciale onzekerheid. Afhankelijk van doorbraken in luchtgeleidingssystemen is verdere uitbreiding van het aantal start en landingsbanen wel of niet nodig. Vooral wanneer investeringen onomkeerbaar zijn, zoals bij de meeste infrastructuurprojecten het geval is, is de fasering en timing van het project essentieel. Onzekerheid geeft een investering, of uitstel ervan, een optiewaarde.

Voor alle duidelijkheid, een asymmetrisch risico heeft een duidelijke (positieve of negatieve) waarde, die los staat van de (macro-economische) risico-aversie. Ook als belastingbetalers risico-neutraal zouden zijn en macro-economisch risico dus niet ter zake zou doen, moet een dergelijk risico in beeld komen.

In de huidige praktijk van projectevaluatie worden aan de bovengenoemde risico's niet of weinig aandacht besteed. Die aandacht wordt wel geschonken aan risicobeheersing en kostenoverschrijdingen. In het gelijknamige tekstkader wordt daarom kort ingegaan op betekenis voor risicowaardering voor deze twee onderwerpen.

## Risicobeheersing en kostenoverschrijdingen

### *Beheersing van diversificeerbare risico's*

Vaak zullen de onzekerheden over de aanlegkosten geen macro-economische maar diversificeerbare risico's inhouden. De waarde van deze risico's is te veronachtzamen. Toch kan het terugdringen van diversificeerbare risico's (risicobeheersing) in sommige gevallen waardevol zijn. Hiervoor zijn zeker twee redenen.

1. Ten eerste kunnen bij technische complicaties de aanlegkosten flink oplopen. Dergelijke gebeurtenissen, ook al zijn de kansen erop klein, zijn in financiële zin vaak niet te verwaarlozen. Een duidelijk voorbeeld vormt de Haagse tramtunnel. Als kleine kansen op hoge kosten worden teruggedrongen, zullen de verwachte kosten van een project afnemen. In deze betekenis heeft risico-beheersing wel degelijk waarde.
2. Ten tweede valt in een onzekere omgeving niet uit te sluiten dat investeringen in sommige toekomstige situaties overbodig of, omgekeerd, hard nodig blijken te zijn. Een markt voor transportdiensten kan onverwachte niet-systematische schokken ondergaan (het effect van oorlogen en terreur op de luchtvaart of het effect van gesloten Duitse kolenmijnen op de doorvoer van kolen). Negatieve schokken kunnen het rendement van onomkeerbare investeringen aantasten. Fasering van een project kan helpen voorkomen dat een deel van investeringen overbodig en onrendabel blijkt te zijn (zie OEEI-leidraad, hoofdstuk 7). Op deze manier worden de kosten van niet-systematische risico's teruggedrongen. Positieve schokken daarentegen kunnen knelpunten in het nul-alternatief van het project aan het licht brengen. Dan kan juist een tijdige start van het project belangrijke voordelen hebben.

### *Kostenoverschrijdingen*

In de loop van de tijd moeten de kostenramingen nogal eens naar boven bijgesteld worden. Dit kan komen doordat een beter beeld van de werkelijke kosten ontstaat of doordat onder politiek-maatschappelijk druk de specificaties van het project veranderen. Ook blijken de kosten wel eens hoger uit te vallen dan geraamd. Dit kan een logisch gevolg van vooraf onzekere gebeurtenissen zijn. Het kan ook voortkomen uit een onderschatting van kosten doordat onvoldoende rekening is gehouden met de kans op (onevenredige) tegenvallers. Dit laatste is ongewenst. In zoverre kostenoverschrijdingen te voorzien zijn, moet dit in een kosten-batenopstelling al tot uitdrukking komen.

De Treasury in Engeland ziet in oplopende kostenramingen en tegenvallende kosten een 'optimism bias', en wil proberen de opwaartse bijstelling van de kosten op voorhand in te schatten. De 'optimism bias' is geen risico in de definitie die in dit rapport wordt gehanteerd. Het rapport gaat derhalve hier niet verder op in. Bovendien houdt de OEEI-aanpak hier deels rekening mee. Pas in een late fase van het besluitvormingsproces is er een uitgebreide kosten-batenanalyse. De hoop is dat in een late fase alle investeringskosten goed in te schatten zijn, zodat een afgewogen oordeel mogelijk is.

### 3.4 Risico's in een kosten-batenopstelling

Deze paragraaf zal verduidelijken hoe de verschillende vormen van risico in een kosten-batenopstelling tot uitdrukking moeten komen. Hierbij is er een duidelijk onderscheid tussen diversificeerbare en macro-economische risico's. De volgende paragraaf gaat vervolgens in op marktwaardering van risico en het gebruik van marktwaardering in projectevaluaties.

Voor het beprijzen van *diversificeerbare risico's*, in het bijzonder geconcentreerde en asymmetrische risico's, zal moeilijk een algemene regel op te stellen zijn. Informatie komt uit uiteenlopende bronnen, en de verwerking van die informatie zal van geval tot geval verschillen. Simulatietechnieken kunnen een nuttig hulpmiddel zijn. In een kosten-batenanalyse zullen de risico's in de verwachte waarde van kosten en baten tot uitdrukking komen.

De waardering van niet-diversificeerbare risico's kan op twee manieren in een kosten-batenopstelling worden gepresenteerd. Ten eerste kunnen ze als aparte post in de (jaarlijkse) kosten- en batenramingen verwerkt worden. Onduidelijk blijft hierbij hoe de waarde van de macro-economische risico's dan rechtstreeks te bepalen is. Ten tweede kan aan een project een risico-opslag op de risicovrije discontovoet toegekend worden. Deze risico-opslag weerspiegelt de co-variantie tussen het rendement van het project en consumptie en is dus in overeenstemming met het macro-economische risico van het project. De te hanteren discontovoet is dus de som van de risicovrije discontovoet en een projectspecifieke risico-opslag, en is op te vatten als een rendementseis. Deze twee manieren leveren in principe dezelfde uitkomsten van een kosten-batenanalyse op.

#### **Twee equivalente manieren om macro-economische risico's te waarderen**

Een individu kan een gelijke waarde toekennen aan naar verwachting hoge maar onzekere opbrengst en lage maar zekere opbrengst. Het verschil in verwachte waarde is op te vatten als een verzekeringspremie die het individu bereid is te betalen om de onzekere opbrengst in te ruilen tegen een zekere opbrengst. Dergelijke verzekeringspremies kunnen dienen om de (jaarlijkse) kosten-batenramingen voor macro-economisch risico te corrigeren. Onduidelijk is hoe ze op directe manier vast te stellen zijn. Een risico-opslag is feitelijk een indirecte manier om die premies vast te stellen. Het verschil in contante waarde met en zonder risico-opslag komt overeen met de contante waarde van de verzekeringspremies. Hieruit valt dan ook voor een bepaald tijdstip de toekomstige waarde van die verzekeringspremies af te leiden. Bij een in de tijd constante risico-opslag zullen verzekeringspremies gestaag groeien en sneller dan de (verwachte waarde van de) opbrengsten toenemen.

Een in de tijd constante risico-opslag is adequaat als kosten- en batenstromen een vergelijkbare ontwikkeling als consumptie (of inkomen) doormaken. Meer specifiek, de stromen moeten een bestendige maar onzekere groei doormaken. Bij veel projecten zal aan deze voorwaarde voldaan zijn. Als aan de voorwaarde niet voldaan is, zal de samenhang tussen consumptie en netto projectopbrengsten nog steeds relevant zijn maar is een tijdsafhankelijke (stijgende of dalende) risico-opslag geschikter.

Een projectspecifieke risico-opslag heeft belangrijke voordelen. De methode is eenvoudig te begrijpen, niet alleen voor onderzoekers en betrokkenen maar ook voor beleidsmakers en buitenstaanders. Het sluit aan bij de praktijk in bedrijven. Verder is het onderzoek hanteerbaar en laat het een directe vergelijking van risico's tussen projecten toe.<sup>2</sup>

De projectspecifieke risico-opslag is het product van twee factoren:

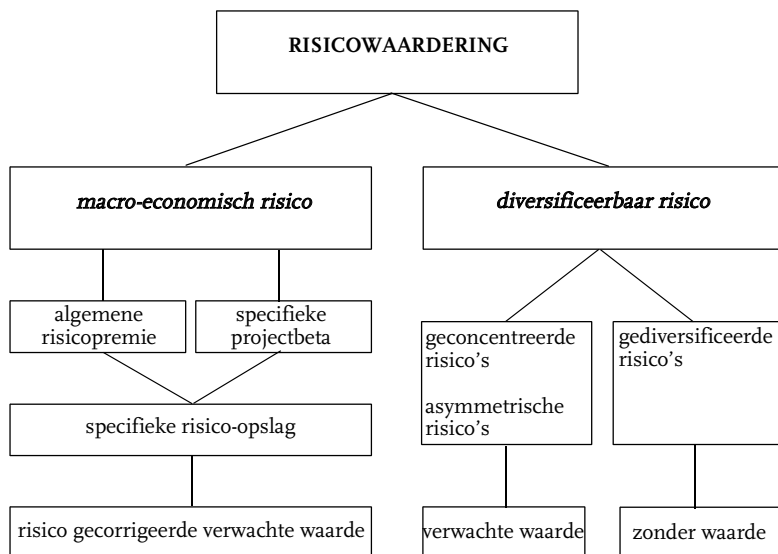
1. de beta, die maat is voor de co-variantie tussen projectuitkomsten en consumptiemogelijkheden van de gemiddelde belastingbetaler;
2. de algemene risicopremie, die mede de risicoafkeer van de gemiddelde belastingbetaler weerspiegelt.

De volgende paragraaf bespreekt de marktwaardering van diversificeerbare en macro-economische risico's en het gebruik van die marktwaardering in projectevaluaties. Hierin zal ook een waarde aan de algemene risicopremie toegekend worden. Hoofdstuk 4 presenteert verschillende manieren om beta's te achterhalen. Tevens geeft het een toelichting op de rol van scenario- en gevoeligheidsanalyse in verhouding tot risicowaardering. Als de algemene risicopremie en de beta's bekend zijn, is de waardering van in ieder geval macro-economische risico's makkelijk te volbrengen.

Figuur 3.4 geeft een schematisch overzicht van risicowaardering. Hierbij is een duidelijk onderscheid tussen macro-economisch en diversificeerbaar risico. De waardering van het eerste type geschiedt aan de hand van een projectspecifieke risico-opslag. Bij het tweede type is een verdere onderverdeling nodig. Goed gediversificeerde risico zijn in een kosten-batenopstelling te verwaarlozen. Dat geldt niet voor geconcentreerde of asymmetrische risico's. Deze dienen als aparte post in de kosten-batenopstelling te verschijnen of komen in de verwachte waarde van kosten en baten tot uitdrukking.

<sup>2</sup> Een risico-opslag kan gelden voor zowel kasstromen als voor een niet-financiële voor- of nadelen die in geld uit te drukken zijn.

Figuur 3.4 Schematisch overzicht van risicoanalyse



### 3.5 Marktwaaarde van risico's

In paragraaf 3.3 zijn verschillende vormen van risico benoemd. Voor elke vorm is er een relevante maat voor risico. Bij macro-economisch risico staan centraal de covariantie tussen de uitkomsten van een publiek project en consumptie (van belastingbetalers). Bij diversificeerbare maar geconcentreerde risico's is de variantie van de uitkomsten van belang. Een risicoanalyse moet niet alleen maten voor de verschillende risico's opleveren maar dient bij voorkeur ook de risico's te beprijzen. Hierdoor worden risico met andere kosten en baten van een project vergelijkbaar, en kan een betere afweging tussen het verwachte rendement en de risico's van een project tot stand komen. Evenals bij andere onderdelen van een kosten-batenanalyse kan beprijzen aan de hand van marktinformatie plaatsvinden. Een voorwaarde is dat marktprijzen niet verstoord zijn en de voorkeuren in de economie goed weergeven.

In deze paragraaf proberen we een beeld van de beschikbare marktinformatie over risico's te geven. Een onderscheid tussen diversificeerbare en macro-economische risico's is hierbij praktisch.

#### Marktprijzen voor diversificeerbaar risico

Voor geconcentreerde en asymmetrische risico's is niet één relevante markt aan te wijzen maar zijn meerdere bronnen van informatie aan te boren.

Eén bron is de markt voor verzekeringen. De overheid sluit in de regel geen verzekeringen af. Dat is bij diversificeerbare risico's in principe te verdedigen. Deze risico's zijn goed te spreiden.<sup>3</sup> Zo bestaat voor glasschade een verzekeringsmarkt maar de overheid heeft deze markt niet nodig en kan de transactiekosten van het verzekeren uitsparen. Echter, soms zijn risico's, door kleine kansen op grote schokken, niet goed te spreiden. Bij de waardering van deze risico's kunnen prijzen van vergelijkbare verzekeringen behulpzaam zijn, zeker als verzekeringsmaatschappijen een betere inschatting van kansen en kosten dan de overheid kan maken. Ook als de overheid investeert in het terugdringen van risico's, bijvoorbeeld in een betere veiligheid van wegverkeer of luchtvaart, kunnen premies van bestaande verzekeringen informatief zijn.

Een andere bron is de termijnhandel en markten voor futures. Zo bestaan termijnmarkten voor olie en verschillende valuta waarop schommelingen in prijzen en koersen afgedekt kunnen worden.

Zeker bij PPS zijn verschillende bronnen van prijsinformatie nuttig en nodig. Bij een PPS-project lopen de private partijen verschillende risico's. De waarde daarvan is terug te vinden in de offertes. Steeds is de vraag of en in hoeverre de overheid een bepaald risico zelf moet dragen. Dat risico kan ook geheel of gedeeltelijk bij een private partij liggen. Een eerste stap is om de waarde van het risico voor de private partij met de marktwaarde (voor de overheid) te vergelijken. Bij een positief verschil kan de private partij dat risico beter niet dragen. Een tweede stap is om de maatschappelijke waarde van het risico in te schatten. Soms zijn marktprijzen geen goede indicatie voor maatschappelijke waarde.

### Is sprake van marktfalen?

Het gebruik van marktinformatie vereist dat een markt goed functioneert. Zeker bij verzekeringsmarkten zijn verstoringen goed denkbaar. Ten eerste zijn met het spreiden van risico's via de markt reële transactiekosten gemoeid. De overheid kan het bestaande belastingsysteem daarvoor gebruiken en heeft dergelijke transactiekosten niet. Ten tweede kampen verzekeringsmarkten in de regel met twee (gedrags)problemen: 'moral hazard' en 'adverse selection'. Deze problemen kunnen zo serieus zijn dat een verzekeringspremie vanuit maatschappelijk oogpunt te hoog wordt of dat een markt zelfs niet tot stand komt. Er is dus alle reden om de prijsinformatie van verzekeringsmarkten kritisch te bezien.

Markt informatie voor diversificeerbare risico's zal uit meerdere en per project verschillende bronnen komen. Vanwege verstoringen, met name op verzekeringsmarkten, moet deze informatie steeds kritisch bezien worden.

<sup>3</sup> Probleem is wel dat overheidsinstanties budgetbeperkingen kennen die spreiden van risico in de weg staan. Dit is bij vergelijking van private en publieke waarden van belang.

### Marktprijzen voor macro-economisch risico

Op de aandelenmarkt wordt een afweging tussen rendement en risico gemaakt. In het algemeen heeft een aandeel met relatief hoog macro-economisch risico (een relatief hoge beta) ter compensatie een relatief hoog rendement (zie tekstkader 'Risicowaardering op de Nederlandse aandelenmarkt'). Op deze markt worden risico's dus geprijsd. De overheid kan hiervan bij beoordeling van een project en het daarmee gemoeide macro-economische risico gebruik maken.<sup>4</sup> Als voor een project een beta bekend is, kan het macro-economische projectrisico in geld uitgedrukt worden en in de kosten-batenanalyse opgenomen worden.

Een dergelijke aanpak zal in de praktijk betekenen dat de rendementseisen in private en publieke sector zullen convergeren of zelfs samenvallen. De (door beleggers vereiste) rendementen op aandelen- en obligatiemarkten zijn dan maatgevend voor het vereiste rendement op nieuwe investeringen in het bedrijfsleven. Als de overheid die markten gaat gebruiken om risico's te beprijsen, zal de overheid feitelijk een marktconforme rendementseis gaan hanteren en zal de rendementseis impliciet of expliciet hoger dan 4% komen te liggen.

Op de aandelenmarkt kiezen beleggers tussen rendement en risico. De publieke sector kan aan de hand van die markten macro-economisch risico beprijsen.

### Is sprake van markt- of overheidsfalen?

De vraag is wel of de marktprijs voor macro-economisch risico ook de maatschappelijke correcte prijs is. Zijn er vormen van markt- en overheidsfalen denkbaar waardoor de (belasting)gemeenschap risico's beter kan dragen dan kapitaalmarkten of waardoor de overheid juist een hogere risico-afkeer moet hebben?

Het idee dat financiële markten niet perfect zijn, wordt mede gevoed door een lastig vraagstuk in de economische wetenschap, namelijk hoe het rendementsverschil tussen riskante en risicovrije beleggingen te begrijpen is. Het rendementsverschil tussen aandelen en schatkistpapier – in het Engels 'equity premium' – is opvallend groot; het valt in perfecte markten alleen te begrijpen als beleggers en investeerders buitengewoon risico-avers zijn. In de economische literatuur is daarom gepoogd verstoringen op financiële markten op te sporen. Het tekstkader 'Imperfecties op de kapitaalmarkt en bij belastingheffing' stipt een aantal mogelijke verstoringen aan die door de waardering van macro-economisch risico relevant zijn.

<sup>4</sup> Door de handel in macro-economisch risico zullen beleggers eenzelfde afweging tussen rendement en risico maken, hoewel deze beleggers verschillen in hun voorkeur van risico's. De verschillen komen tot uitdrukking in aandelenbezit. Beleggers met een lage risicoafkeer zullen meer aandelen bezitten dan beleggers met een hoge risicoafkeer.

Het onderzoek naar financiële markten heeft nog niet tot een eenduidig resultaat geleid, getuige de titel van een redelijk recent overzichtsartikel (Kocherlakota, 1996): 'The equity premium: It's still a puzzle'. Er bestaat daarom op het moment geen doorslaggevende reden om de overheid een andere dan de marktprijs voor macro-economisch risico te laten hanteren. Een dergelijke conclusie trok ook Stiglitz al in 1989: "...imperfect risk markets provide less reason for lowering the rate of discount from observed market rates of return on risky assets than has sometimes been supposed. The extent to which the discount rate should be lowered depends on how well the stock market performs its function of risk sharing ...".

Er ontbreekt een doorslaggevend reden om voor de overheid een hogere of lagere prijs voor macro-economisch risico te hanteren dan die op de financiële markten tot stand komt.

### **Een marktconforme premie voor macro-economisch risico**

De aandelenmarkt laat zien dat de prijs van macro-economisch risico verre van te verwaarlozen is. Statistische analyse van de samenhang tussen reële aandelenrendementen en consumptie geeft een algemene risicopremie van 4,2%. Gelet op percentages die in de economische literatuur circuleren, is deze uitkomst niet onredelijk hoog of laag te noemen. Echter, de onzekerheid over de feitelijke prijs van macro-economisch risico is om een aantal redenen groot. Bijvoorbeeld, als ook de vooroorlogse periode van de vorige eeuw in de beschouwing wordt betrokken, daalt de risicopremie naar 1,6%. In een appendix wordt dieper op de statistisch bepaling van de algemene risicopremie en de daarmee samenhangende onzekerheden ingegaan.

Vanwege de onzekerheden lijkt het verstandig om bij projectevaluatie de gevoeligheid van de uitkomsten voor de gehanteerde risicopremie inzichtelijk te maken. Hierbij kunnen 1,5 en 4,5% als onder- en bovengrens dienen. Voor een centrale waarde voor de risicopremie komt dan het gemiddelde van 3% in aanmerking. Vanuit verschillende perspectieven lijkt deze waarde redelijk. Zo hanteren bedrijven een algemene risicopremie van 2 à 4 procentpunten.<sup>5</sup> Verder is in hoofdstuk 2 berekend dat het afkappen van de tijdshorizon in de praktijk overeenkomt met het hanteren van een discontovoet die zo'n 3 procentpunten boven de risicovrije discontovoet van 4% ligt.

<sup>5</sup> Onderzoek van Bruner, Eades, Harris en Higgins (1998) laat zien dat Amerikaanse bedrijven rekenen met risicopremie op aandelen tussen 4 en 8½ procentpunten. De algemene risicopremie voor die bedrijven komt overeen met de risicopremie op aandelen gewogen met het belang van aandelen in de totale financiering. Nu bestaat de financiering van die bedrijven ongeveer voor de helft uit eigen vermogen en voor de helft uit vreemd vermogen. Dat betekent algemene risico-premie ongeveer de helft van de risicopremie op aandelen moet zijn.

Voor de algemene risicopremie lijkt 3% een redelijke waarde. Dit ligt onder de premie die uit marktinformatie is af te leiden, maar om verschillende redenen kan deze iets te hoog zijn. Vanwege de onzekerheid over de correcte risicopremie moet een kosten-batenanalyse de gevoeligheid van de uitkomsten hiervoor duidelijk maken.

### Imperfecties op kapitaalmarkten en bij belastingheffing

Bij zowel de kapitaalmarkt als belastingheffing bestaat het vermoeden van (markt)verstoringen. Deze verstoringen kunnen redenen vormen om de overheid een andere dan de marktprijs voor macro-economisch risico te laten hanteren. Waaruit bestaan deze verstoringen?

Verstoringen van *kapitaalmarkten* kunnen verschillende oorzaken hebben. Kocherlakota (1996) onderscheidt er twee. Ten eerste zijn markten incompleet. Verzekeringen tegen toekomstige schokken in inkomen ontbreken vaak, bijvoorbeeld omdat het opstellen van dergelijke verzekeringen te kostbaar is. Onverzekerbare schokken kunnen een reden voor individuele beleggers en investeerders zijn om met de aankoop van aandelen terughoudend te zijn en een hoge rendementseis te stellen. Ten tweede zijn er transactiekosten. Dit betreft niet alleen de kosten van het handelen in aandelen en andere vermogenstitels maar ook restricties op te lenen bedragen. Het gevolg kan zijn dat de mogelijkheden tot arbitrage (tussen riskante en risicovrije beleggingen) niet volledig benut worden. Een gevolg is ook dat nog steeds veel individuen niet op de kapitaalmarkten participeren. De preferenties van die individuen komen niet in de marktprijs voor risico tot uitdrukking.

De mogelijke verstoringen van de financiële markten lijken niet voldoende om de 'equity premium puzzle' te verklaren. Het blijft mede daardoor onduidelijk in hoeverre de marktprijs voor risico nu verstoord is. Overigens zijn verstoringen op financiële markten niet altijd voor de overheid redenen om met een afwijkende prijs voor risico te werken. De publieke sector kan namelijk met dezelfde moeilijkheden als de private sector te kampen hebben.

Ook bij *belastingheffing* kunnen (markt)imperfecties een rol spelen. Voorstelbaar is dat belastingheffing niet onder alle omstandigheden risico's even goed als de aandelenmarkt kan spreiden. Een belastingbetaler kan zich indekken tegen riskante overheidsinvesteringen en de daarbij behorende belastingverplichtingen door bijvoorbeeld minder te beleggen in vergelijkbaar riskante, gecorreleerde aandelen (of door juist te beleggen in bedrijven die van tegenvallers bij een project profiteren). Op deze manier voorkomt die belastingbetaler dat risico's te zeer oplopen. Niet iedereen is in de positie om de omvang van riskante investeringen of activiteiten te kiezen. Sommigen hebben geen toegang tot de kapitaalmarkt, bijvoorbeeld omdat zij geen of een negatief financieel vermogen hebben. Zo zullen jongeren door investeringen in onderwijs vaak schulden hebben en maken. Sommigen kunnen niet door meer of minder werken klappen opvangen. Te denken valt aan werklozen en gepensioneerden. Deze groepen zijn kwetsbaar en kunnen daardoor een hogere prijs aan (publieke) risico's toekennen dan uit de financiële markten valt af te leiden.

De betekenis van deze redenering is dat voor de overheid de prijs voor macro-economisch risico hoger dan de marktprijs ligt. In hoeverre de redenering ook praktische relevantie heeft, is echter moeilijk te zeggen.



## 4 Een praktische aanpak van risicowaardering

*In dit hoofdstuk wordt de voorgestelde aanpak van risicowaardering in vijf stappen onderverdeeld. Elk van deze vijf stappen krijgt een toelichting, maar bijzondere aandacht gaat uit naar de bepaling van projectspecifieke beta's. Een adequate aanpak is om voor afzonderlijke kosten- en batenstromen afzonderlijke beta's te bepalen. Hiervoor zijn drie manieren: historische analyse, (stochastische) modellen en vergelijking met andere bestaande projecten. Het hoofdstuk eindigt met een overzicht van risicowaardering in verschillende fases van het onderzoeksproces.*

### 4.1 Inleiding

In het vorige hoofdstuk is het fundament voor risicowaardering gelegd. Dit hoofdstuk beoogt risicowaardering op praktische wijze uit te werken. De reikwijdte van een risicoanalyse hoeft niet in elk fase van projectevaluatie even groot te zijn. Deze verschilt tussen een kengetallen kosten-batenanalyse, een diepgaande kosten-batenanalyse en een analyse van publiek-private samenwerking. Als het bepalen van de reikwijdte als een aparte stap wordt gezien, zijn in de aanpak van risicowaardering vijf stappen te onderscheiden:

1. de reikwijdte van risicoanalyse al gelang de fase van projectevaluatie;
2. classificeren van risico's;
3. waarderen van risico's;
4. scenario- en gevoeligheidsanalyse;
5. presenteren van risico's;

In dit hoofdstuk zullen de vijf stappen achtereenvolgend aan bod komen. Hierbij is steeds een diepgaande kosten-batenanalyse, met een uitgebreid onderzoek naar risico's, het vertrekpunt. Waar nodig zullen de verschillen met kengetallen kosten-batenanalyse en een analyse van PPS worden aangegeven.

### 4.2 Reikwijdte van de risicoanalyse

De eerste stap is om de reikwijdte van de risicoanalyse te bepalen. Deze wordt bepaald door de fase waarin het besluitvormingsproces zich bevindt. Er is een onderscheid tussen een diepgaande kosten-batenanalyse, kengetallen kosten-batenanalyse of een analyse voor PPS.

Bij *diepgaande kosten-batenanalyse* moeten niet alleen alle relevante risico's in beeld komen, maar ook die relevante risico's een prijs krijgen. Het onderzoek hiervoor zal de nodige tijd en middelen vergen.

Bij een ‘quick scan’ of *kengetallen kosten-batenanalyse* ontbreken vaak tijd en middelen. De bedoeling bij die analyses is om uit te vinden in hoeverre een project kansrijk is en een meer diepgaande studie, bijvoorbeeld naar risico’s, wenselijk is. Tenzij sommige risico’s voor het welslagen van een project van doorslaggevend belang zijn, kan bij deze analyses worden volstaan met een beeld van de relevante risico’s en een eerste indicatie voor de waarde van macro-economisch projectrisico.

Bij een analyse van *publiek-private samenwerking* is de onderzoeksvraag anders dan bij kosten-batenanalyses. Bij PPS is het besluit over het project al gevallen. De vraag is niet of een project een positief maatschappelijk rendement heeft maar welke verdeling van taken en van risico’s tussen publieke en private sector maatschappelijk optimaal is.

### 4.3 Classificeren van risico’s

Het begrip risico kent vele betekenissen. In dit rapport wordt risico opgevat als onzekerheid over de uitkomsten van een project. In het bijzonder gaat het om de spreiding (of variantie) van uitkomsten rond een verwachte waarde. Voor alle duidelijkheid, met risico wordt niet bedoeld een kans op grote tegenvaller of, meer algemeen, op kostenoverschrijdingen. Deze kans komt tot uitdrukking in de verwachte waarde van de kosten.

Het startpunt van elke risicoanalyse is een onderscheid tussen diversificeerbare en macro-economische risico’s (zie ook paragraaf 3.3). Waardering van het ene risico sluit waardering van het andere risico niet uit.

#### Diversificeerbare risico’s

Van diversificeerbare risico’s is sprake als kosten of baten van een project geen structurele samenhang met inkomsten uit andere bronnen vertonen. Deze risico’s zijn dan door spreiding, via een brede portefeuille van investeringen en beleggingen of via het belastingsysteem, op te vangen. Men zou kunnen zeggen dat om ‘verzekerbare’ risico’s gaat. Toch verdienen twee soorten diversificeerbare risico’s bijzondere aandacht:

- geconcentreerde risico’s - Soms dragen (groepen) individuen meer dan evenredig niet-financiële risico’s, bijvoorbeeld veiligheids- en gezondheidsrisico’s.
- asymmetrische risico’s - Soms kunnen kansen op gebeurtenissen een symmetrische verdeling kennen, maar zijn de financiële implicaties van die gebeurtenissen toch scheef verdeeld.

#### Macro-economische risico’s

De baten en kosten van een project kunnen een structurele samenhang vertonen met inkomsten uit andere bronnen. Een onvoorziene tegenvaller in economisch slechte tijden heeft een andere

marktprijs dan een eenzelfde tegenvaller in economisch goede tijden. Voor deze risico's moet de overheid de belastingbetalers een compensatie bieden, omdat ze niet door spreiding te ondervangen zijn.

## 4.4 Waarderen van risico's

Voor het beprijzen van geconcentreerde en asymmetrische *diversificeerbare risico's* is moeilijk een algemene regel op te stellen. Informatie van uiteenlopende markten kunnen hiertoe worden aangewend, waarbij steeds de moeilijke vraag of en in hoeverre de markt(informatie) verstoord is (zie ook paragraaf 3.5). Terwijl bij een diepgaande kosten-batenanalyse de opzet is deze risico's in geld uit te drukken, kan bij een kengetallen kosten-batenanalyse met een overzicht van diversificeerbare risico's worden volstaan.

Voor het beprijzen van *macro-economische risico's* is wel een uniforme aanpak te formuleren. Deze risico's komen tot uitdrukking in een risico-opslag op de risicovrije discontovoet van 4%. Hierdoor wordt de contante waarde van kosten en baten voor macro-economisch risico gecorrigeerd. Voor het berekenen van de projectspecifieke risico-opslag is een eenvoudige rekenregel:

$$\text{projectspecifieke risico-opslag} = \text{algemene risicopremie} \times \text{projectspecifieke beta} .$$

Een centrale waarde voor de algemene risicopremie is 3%. Deze risicopremie is met onzekerheid omgeven zodat gevoeligheidsanalyse met een ondergrens van 1½% en een bovengrens van 4½% noodzakelijk is (zie ook hoofdstuk 3 en de bijlage 7).

Gegeven deze waarden is de taak bij een diepgaande kosten-batenanalyse om projectspecifieke beta's te achterhalen. Bij een beoordeling van projecten kunnen de beta's een groot verschil maken. Verschillende methoden om beta's te bepalen zullen in deze paragraaf nog aan bod komen. Bij een kengetallen kosten-batenanalyse kan daarentegen met opslag van 3% worden volstaan, hetgeen veronderstelt dat de projectbeta gelijk is aan één. Als er aanwijzingen zijn de projectbeta duidelijk hiervan afwijkt, is een gevoeligheidsanalyse op z'n plaats.

### Een maat van macro-economisch risico: de beta

#### Afzonderlijke beta's voor afzonderlijke stromen

Het maatschappelijk profijt van een project, dat de investeringskosten moet rechtvaardigen, is een optelsom van uitlopende kosten en baten. Bij een uitgebreide projectevaluatie omvat de kosten-batenopstelling een aanzienlijk aantal posten. De samenhang tussen dat maatschappelijke profijt en consumptie(mogelijkheden) zal lastig rechtstreeks te bepalen zijn,

en de kans op fouten is daardoor groot. In een doeltreffende aanpak wordt geprobeerd voor afzonderlijke kosten- en batenstromen een beta en dus een discontovoet vast te stellen. Voor elk van deze stromen kan vervolgens de netto contante waarde uitgerekend worden. Het saldo van die waarden kan met de investeringskosten geconfronteerd worden.

Met afzonderlijke beta's voor afzonderlijke stromen zal de kans op fouten afnemen. Hiervoor zijn twee redenen. De eerste reden is dat de verschillende stromen op verschillende manier samenhangen met rest van de economie. Dit inzicht gaat verloren als stromen samengevoegd zijn. Zo is er bij infrastructuurprojecten een belangrijk onderscheid tussen bestemmingsverkeer en doorgaand, internationaal verkeer. Dit onderscheid speelt bij Schiphol, hogesnelheidslijnen maar ook havens (agribulk versus kolen). Het bestemmingsverkeer zal gevoelig zijn voor veranderingen in de Nederlandse economie, terwijl voor het internationale verkeer de stand van zaken in de internationale economie bepalend is. Dit suggereert dat het macro-economische risico van bestemmingsverkeer hoger ligt dan dat van internationaal verkeer.

De tweede reden is dat de projectbeta hoger (of lager) kan zijn dan elk van de beta's voor de afzonderlijke stromen. Dit kan bijvoorbeeld optreden in het geval de baten een duidelijk nauwere samenhang met consumptiemogelijkheden vertonen dan de kosten. In dat geval heeft een onverwachte schok in de baten een relatief sterkere invloed op het saldo dan op de baten zelf. Er is een duidelijke analogie met bedrijfswinsten. Deze kunnen over de tijd hevig fluctueren, hoewel de samenstellende delen, bijvoorbeeld omzet of loonkosten, minder heftig bewegen. In het tekstkader 'Afzonderlijke beta's voor afzonderlijke stromen' wordt dit verder toegelicht.

Een hogere beta voor baten dan voor kosten hoeft niet ongebruikelijk te zijn. Soms zijn een deel van de lopende kosten variabel en een deel vast. Zo is bij infrastructuurprojecten het onderhoud vaak deels of geheel onafhankelijk van het gebruik. Het onderhoud moet de slijtage door natuurelementen opvangen. Een project is riskanter naarmate het aandeel van de vaste kosten stijgt. Bij alleen vaste kosten is er voor het nadeel van onverwacht lagere baten geen compensatie in de vorm van (onverwacht) lagere kosten. Het onderscheid tussen macro-economisch en diversificeerbaar risico komt dus deels neer op het onderscheid tussen vaste en variabele kosten (en baten). Hiermee wordt nog eens het onderscheid tussen macro-economisch en niet-systematisch risico, en dus ook tussen vaste of variabele kosten onderstreept. Alleen al door dit onderscheid krijgt een project een eigen, specifieke beta en dus een eigen risicopremie. Dus zelfs een 'quick scan' van projecten kan projecten al classificeren als relatief veilig of relatief riskant. Elke risicoanalyse, hoe rudimentair ook, moet derhalve dit onderscheid maken, en eigenlijk daarmee beginnen. Vaak is vooraf al duidelijk in welke categorie een risico valt. Soms moet een nadere analyse dat uitwijzen.

### Verschillende beta's voor verschillende stromen

Een voorbeeld kan het belang van afzonderlijke beta's voor afzonderlijke stromen misschien verhelderen. Stel een project behelst een investering in periode 1 en levert in periode 2 naar verwachting een positief saldo van kosten en baten op. De contante waarde van het verwachte saldo is gelijk aan het verschil tussen de contante waarde van de verwachte baten en dat van de verwachte kosten, ook als de waarden berekend worden met eigen, in principe verschillende discontovoeten. Dat kan als de beta van het saldo correct vastgesteld is en daarmee tot de beta's van de baten en de kosten te herleiden is,

$$\beta_{\text{SALDO}} = \frac{CW_{\text{BATEN}}}{CW_{\text{BATEN}} - CW_{\text{KOSTEN}}} \beta_{\text{BATEN}} - \frac{CW_{\text{KOSTEN}}}{CW_{\text{BATEN}} - CW_{\text{KOSTEN}}} \beta_{\text{KOSTEN}}, \quad CW_{\text{BATEN}} > CW_{\text{KOSTEN}}$$

waarbij  $CW_{\text{BATEN}}$  en  $CW_{\text{KOSTEN}}$  de contante waarde van de baten- en kostenstromen symboliseren.

Als de beta's voor kosten en baten hetzelfde zijn, en de kosten en baten een perfecte correlatie vertonen, is eenzelfde risicopremie voor kosten, baten en het saldo adequaat. Als de baten en kosten daarentegen verschillende beta's kennen, is de beta van het saldo nog niet makkelijk te raden. Hierbij is van belang dat de wegingsfactoren niet begrensd zijn en (veel) groter dan één kunnen zijn. In het geval dat de baten een nauwere samenhang met consumptiemogelijkheden vertonen dan de kosten en dat  $\beta_{\text{BATEN}} > \beta_{\text{KOSTEN}}$ , is de beta van het saldo groter dan elk van de twee onderliggende beta's.

### Het bepalen van de beta's

Er zijn verschillende manieren om een beta te achterhalen. Drie manieren zullen kort de revue passeren.

#### 1. Historische analyse

Een project behelst vaak een verbetering van bestaande goederen of diensten. Een markt voor die goederen of diensten bestaat dan al. Daardoor is er historische informatie over de samenhang tussen projectvariabelen en het niveau van economische welvaart. Modellen voor toekomstprojecties zijn vaak op die informatie gebaseerd. Regressie-analyse om beta's te achterhalen, behoort dan tot de mogelijkheden. Ook uit de modelrelaties kunnen beta's gedestilleerd worden.

Voor de HSL-Oost is als voorbeeld een risicoanalyse in grote lijnen uitgewerkt. In een bijlage wordt de aanpak en het resultaat vrij uitvoerig toegelicht, terwijl in het tekstkader 'Risicowaardering bij de HSL-Oost' een beknopte samenvatting van de bevindingen is te lezen.

#### 2. Stochastische modellen

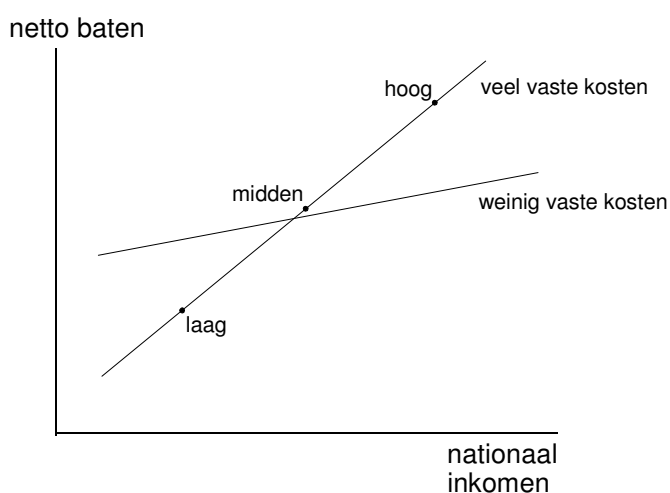
Ook (Monte Carlo-)simulaties met een stochastisch model kunnen uitkomst bieden. Deze methode lijkt geschikt als een project nieuwe markten aanboort, als een regressie-analyse om wat voor reden dan ook tekortschiet of als een project een complexe besluitvormingsstructuur (bijvoorbeeld door fasering) kent.

### 3. Ervaringen met vergelijkbare projecten

Soms is een uitgebreide analyse niet nodig. Voor een eenvoudig project kan het risico ook worden afgeleid uit ervaringen met investeringen die een vergelijkbaar risicoprofiel hebben. Ze kunnen vergelijkbare (buitenlandse) projecten betreffen maar zouden ook aandelen kunnen zijn. De beta van de die investeringen (in de marktsector) kan een goede indicatie bieden voor de mate van risico van het project.

Een alternatieve definitie van beta kan de praktische toepassing van de verschillende methoden vergemakkelijken en kan met name relaties uit bestaande modellen voor risicowaardering bruikbaar maken. In toekomstprojecties speelt de ontwikkeling van het nationaal inkomen (of binnenlands product) haast altijd een centrale rol. In een omgevingsscenario met hoge groei zal een project naar verwachting hoge nettobaten kennen, en omgekeerd. Figuur 0.4 illustreert dit. een project is riskant naarmate de samenhang tussen beide sterker is en de curve in figuur 4.1 steiler. Het saldo van baten en kosten zal met name gevoelig voor (de groei van) het nationaal inkomen zijn als de kosten vast en niet variabel zijn.

**Figuur 4.1 Samenhang tussen netto projectbaten en nationaal inkomen (in drie scenario's)**



Modellen laten dus vaak een samenhang tussen inkomen en projectuitkomsten zien. Daarom kan het handig zijn dat niet de samenhang met consumptie maar die met inkomen centraal te stellen. De kanttekening is dat niet alleen huidig maar ook toekomstig inkomen relevant is. Tezamen vormen ze het vermogen waaruit geconsumeerd kan worden. Onverwachte veranderingen in het rendement van dat vermogen zullen nagenoeg overeenkomen met onverwachte veranderingen in consumptie. Dus, een acceptabele benadering van de

consumptiebeta is een inkomensbeta.<sup>1</sup> De modellen die aan toekomstprojecties ten grondslag liggen, moeten de inkomensbeta makkelijker kunnen leveren dan de consumptiebeta. Zo lang de inkomensbeta een goede benadering van de consumptiebeta geeft, is dezelfde algemene risicopremie toepasbaar.

### Risicowaardering bij de HSL-Oost

Bij wijze van voorbeeld is voor de HSL-Oost het systematische risico gewaardeerd. Hiervoor zijn vier kosten- of batenstromen onderscheiden: bouw & onderhoud, exploitatiekosten, exploitatieopbrengsten en netto reizigersvoordelen (oa. tijdwinst). In de bijlage is het voorbeeld uitgebreid uitgewerkt.

Voor elk van deze stromen is gezocht naar relevante indicatoren voor prijs- en volumeontwikkeling. Zo is het internationale treinverkeer opgevat als een maat voor de omvang van relevante markt, en is de waarde van de tijdwinsten gerelateerd aan het gemiddelde loon in de economie. De indicatoren zijn op hun best ruwe benaderingen. Een adequate risicoanalyse lijkt alleen mogelijk als deze nauw verweven is met de kosten-batenanalyse.

Vervolgens zijn historische reeksen voor die indicatoren gebruikt om de samenhang met bruto binnenlands product (en consumptie) vast te stellen. Met de beta's kunnen voor verschillende stromen de risicopremies en voor risico gecorrigeerde netto contante waarden berekend worden. De onderstaande tabel geeft een overzicht van de belangrijkste uitkomsten.

#### Uitkomsten van risicowaardering

	inkomensbeta	risicopremie	netto contante waarde bij gelijkblijvende horizon	netto contante waarde bij 20 jaar langere horizon
		in procenten	% van oorspronkelijke waarde	% van oorspronkelijke waarde
bouw & onderhoud	-0,0	-0,0	100	107
exploitatiekosten	0,5	1,5	85	98
exploitatieopbrengsten	0,7	2,1	80	102
netto reizigersvoordelen	2,0	5,9	51	64

De tabel laat zien dat de baten wel maar de kosten nauwelijks met de toestand van de economie samenhangen. Een belangrijke deel van kosten (bouw en onderhoud) zijn onafhankelijk van het treinverkeer. Dat dit ook voor de exploitatiekosten lijkt te gelden, is opvallend.

Een hogere dan risicovrije discontovoet gaat gepaard met een lagere netto contante waarde van een kosten- of batenstroom. Echter door risicowaardering hoeft de tijdshorizon niet langer kunstmatig kort te zijn. Een langere tijdshorizon betekent juist een hogere netto contante waarde. Het saldo van deze twee effecten is niet op voorhand te bepalen, zoals ook de tabel laat zien.

<sup>1</sup> Een precieze definitie van consumptiebeta en inkomensbeta is te vinden in de bijlage met een risicoanalyse van de HSL-Oost.

## 4.5 Scenario- en gevoeligheidsanalyse

Bij projectevaluatie bestaat het gebruik om verschillende omgevingsscenario's te hanteren. De brede scenario's van CPB (1998) vormen in het algemeen het vertrekpunt maar de omgevingsscenario's worden vaak op het project toegesneden. De bedoeling is om steeds die onzekere omgevingsfactoren te bundelen die een onderlinge samenhang vertonen en die voor het succes van het project van doorslaggevend belang lijken. Hiermee kan een projectevaluatie op een overzichtelijke manier belangrijke onzekerheden illustreren.

Scenarioanalyse kent ook beperkingen. Voor beleidsmakers blijft de afweging tussen rendement en risico lastig zo lang beide niet direct te vergelijken zijn. Scenario's verschillen vaak in het tempo van economisch groei. In het algemeen is de rentabiliteit van een project hoger naarmate de groei hoger ligt. Macro-economisch risico draait juist om het structurele verband tussen rentabiliteit en groei. Door een (markt)prijs aan dit risico toe te kennen wordt de uitruil tussen rendement en risico voor een ieder duidelijk.

Bovendien blijft in de huidige aanpak de afweging tussen baten (en kosten) in de nabije en verre toekomst onderbelicht. Over de verre toekomst zijn de onzekerheden groter dan over de nabije toekomst. De maatschappelijke waarde van baten is kleiner naarmate de onzekerheid over die baten groter is. Om de afweging tussen nabije en verre toekomst te maken, moeten beleidsmakers de tijdpaden van baten en kosten onder verschillende scenario's bestuderen. Dit is vanzelfsprekend geen handzame benadering en blijft in de praktijk achterwege. Door waardering van risico's wordt de uitruil tussen nabije en verre toekomst expliciet gemaakt.

Hoewel risicowaardering het gewicht van de verre toekomst in de analyses terugdringt, vormt de keuze van de tijdshorizon een apart probleem. Kosten, baten en risico's voorbij de tijdshorizon zijn niet altijd te verwaarlozen. Dit probleem speelt zeker bij infrastructuurprojecten waarvan de levensduur vaak lang en onzeker is. Het tekstkader 'Tijdshorizon en restwaarde: enkele praktische problemen' gaat hierop dieper in.

Door waardering van macro-economisch risico worden toekomstprojecties met verschillende tempi van economische groei tot op zekere hoogte minder belangrijk. Dat de ontwikkeling langzamer of sneller kan gaan, staat buiten kijf. Door waardering wordt een hogere rentabiliteit bij een snelle ontwikkeling al afgewogen tegen een lage rentabiliteit bij een langzame ontwikkeling. Wel blijft onzekerheid over toekomstige groei van belang voor het moment van het aanleg; de kosten van te vroege of te late start kunnen zeer snel oplopen.

Scenario's kunnen ook van belang zijn omdat zij wijzen op andere verschillen dan alleen economische groei. Bij eenzelfde groeitempo kunnen de economische omstandigheden van een project nog fors verschillen. Hierdoor blijven scenario's een nuttige rol bij projectevaluaties spelen. Ze kunnen een duidelijk licht op kritische succesfactoren werpen. Nog belangrijker is dat de economie wijzigingen kan ondergaan waaraan een historische analyse, waarop

risicowaardering vaak zal berusten, niet voldoende recht doet. Ten eerste kunnen de onderlinge relaties tussen projectvariabelen en omgevingsfactoren fundamenteel veranderen. Dergelijke structurele wijzigingen kunnen te wijten zijn aan specifieke technologische ontwikkelingen of sociale verschuivingen maar kunnen ook het gevolg zijn van (internationaal) beleid. Zo kunnen klimaatbeleid en vergrijzing belangrijke implicaties voor infrastructuurprojecten hebben. Ten tweede kunnen zich schokken in de economie voordoen die de rentabiliteit van een project sterk aantasten. Een kleine kans dat kosten extreem hoog oplopen of dat baten grotendeels wegvallen, is niet te verwaarlozen. Door 'worst-case' scenario's kunnen dergelijke schokken en hun (financiële) implicaties in beeld komen.

Door risicowaardering krijgen gevoeligheidsanalyse en scenarioanalyse een meer vergelijkbare rol in projectevaluatie. Gevoeligheidsanalyse maakt het belang van onzekere en belangrijke parameters in de (model)berekeningen inzichtelijk, terwijl scenario-analyse de onzekerheid in belangrijke omgevingsfactoren laat zien. Gevoeligheidsanalyse bij risicowaardering betreft zeker twee belangrijke parameters. De eerste is de algemene risicopremie. Berekeningen met een ondergrens van 1½ procent en een bovengrens van 4½ procent kunnen de onzekerheid over de algemene risicopremie weergeven. Ten tweede zijn de verschillende beta's met onzekerheid omgeven. In veel gevallen zal statistisch onderzoek waarden voor deze beta's leveren. In die gevallen zijn niet alleen puntschattingen bekend, maar ook de betrouwbaarheid van die schattingen. Dit biedt een logisch aanknopingspunt voor gevoeligheidsanalyse.

Bij een kengetallen kosten-batenanalyse betreft de gevoeligheidsanalyse de risicopremie. Verder kan de werkhypothese dat de projectbeta gelijk is aan één, zich voor een gevoeligheidsanalyse lenen. Dit is met name raadzaam als er al duidelijke ideeën over beta's van verschillende kosten- en batenstromen bestaan, bijvoorbeeld door het onderscheid tussen bestemmingsverkeer en internationaal verkeer.

### Tijdshorizon en restwaarde: Enkele praktische problemen

Voor de beoordeling van een project tellen alle kosten en baten gedurende de gehele looptijd. De tijdshorizon van de beoordeling valt samen met de looptijd van het project. Voor projecten met een beperkte en duidelijk afgebakende looptijd levert de beoordeling geen bijzondere problemen. Bij infrastructuurprojecten ligt het echter ingewikkelder. De looptijd is in de regel lang en vaak is niet duidelijk wanneer het project eindigt. Infrastructurele projecten bestaan vaak uit één grote investeringen en een reeks van kleinere vervolginvesteringen. Denk aan een spoorlijn, waarbij de bovenbouw en het materieel een beperkte levensduur hebben, de onderbouw vele decennia in gebruik is, en de landschappelijke ingreep permanent is.

In de huidige praktijk wordt de analyse van infrastructuurprojecten beperkt tot zo'n 25 à 30 jaar. Dit komt overeen met de termijn van bestaande toekomstscenario's bestaan, waaruit projecties voor de economische omgeving zijn afgeleid. De afkapte tijdshorizon heeft ook het voordeel dat de reeks van vervolginvesteringen buiten beeld blijven. Zo is het weinig zinvol om precies te willen voorspellen hoe een hogesnelheidslijn over 100 jaar eruit ziet. Hiervoor zijn twee redenen:

- Enerzijds is de onzekerheid omtrent economie en technologie in de verre toekomst zo groot, dat zinnige uitspraken daarover onmogelijk zijn.
- Anderzijds hebben uitkomsten in de verre toekomst in de beoordeling zo'n gering gewicht dat ze verwaarloosbaar zijn.

De detaillering van projecties moet gelijke tred houden met het gewicht van toekomstige uitkomsten in de projectevaluatie. Bij een lage discontovoet van 4% is het gewicht van de verre toekomst groot. Hierdoor wordt ook de gevoeligheid van de uitkomsten voor de keuze van de tijdshorizon groot, evenals de gevoeligheid voor de groei van de batenstromen. Door waardering van (systematisch) risico wordt deze gevoeligheid aanmerkelijk kleiner.

Hoewel het gewicht van de baten na 30 jaar naar verwachting beperkt is, zijn deze baten niet altijd te verwaarlozen. Dit vereist een projectie van de netto projectbaten voorbij de periode van 30 jaar. Deze projectie zal echter van nature minder gedetailleerd zijn dan de projecties voor de nabije toekomst. Hierbij zijn een aantal opties voor handen.

- Voor projecten die min of meer een vaste vorm bereiken (bijvoorbeeld railprojecten) kan de waarde voorbij de horizon van 30 jaar worden bepaald door extrapolatie van de netto baten op basis van de verwacht, gemiddelde economische groei (ontleend aan projecties van de EU of het CPB).
- Voor projecten die het karakter hebben van een unieke productiefactor (bijvoorbeeld de Tweede Maasvlakte) is extra aandacht nodig voor het nulalternatief. Men zal bijvoorbeeld rekening moeten houden met vervolginvesteringen (verdere uitbreiding) die voorbij de horizon van 30 jaar zullen plaatsvinden.
- Het probleem van projecties voorbij de tijdshorizon van 30 jaar kan ten dele worden vermeden door vaker expliciet uitstel van het project als nul-alternatief te hanteren.
- Tenslotte kan worden bezien of de analyse kan worden beperkt tot een bepaalde tijdshorizon (bijvoorbeeld 30 jaar) door van de kosten dat deel mee te wegen dat op deze periode betrekking heeft. Deze optie komt neer op het vergelijken van het project met het tot na de tijdshorizon uitgestelde project.

## 4.6 Presenteren van risico's

Een risicoparagraaf moet een vast onderdeel van een kosten-batenanalyse zijn. Hierdoor zullen risico's systematisch aandacht krijgen. De risicoparagraaf zou in ieder geval moeten ingaan op:

1. diversificeerbare risico's;
2. macro-economische risico's;
3. scenarioanalyses;
4. gevoeligheidsanalyses.

In een kosten-batenanalyse moeten geconcentreerde en asymmetrische risico's in de verwachte waarde van kosten en baten tot uitdrukking komen of als een aparte post verschijnen.

Voor macro-economische risico's is de aanpak anders. De te hanteren discontovoet is de som van de risicovrije discontovoet en een (bij voorkeur) projectspecifieke risico-opslag. Door te rekenen met een projectspecifieke discontovoet wordt de contante waarde van kosten en baten gecorrigeerd voor de waarde van macro-economisch risico.

## 4.7 Naar een nieuwe praktijk van risicowaardering

In dit hoofdstuk zijn verschillende elementen van risicoanalyse aan bod gekomen. Om de samenhang tussen elementen weer in beeld te brengen, geeft Tabel 4.1 een overzicht van risicowaardering in verschillende stadia van projectanalyse.

Duidelijk is dat de commissie bij een diepgaande kosten-batenanalyse een andere aanpak voorstaat. De afweging tussen rendement en risico moet hierdoor duidelijker worden. Ook bij een 'kengetallen' kosten-batenanalyse moet macro-economisch risico een prijs krijgen. Bovendien moet deze analyse andere dan macro-economische risico's benoemen. Als in dit stadium van projectanalyse ideeën en gegevens over beta's voor afzonderlijke kosten- en batenstromen ontbreken, kan met een vaste opslag van macro-economisch risico worden volstaan. Dit is een vuistregel die door praktijkervaringen met risicowaardering in de loop van tijd nog kan veranderen.<sup>2</sup>

Bij publiek-private samenwerking is niet het project zelf maar de uitvoering van het project het onderwerp van analyse. De overheid kan de uitvoering zelf ter hand nemen of dat aan een

<sup>2</sup> Een vaste risico-opslag is een goede eerste benadering voor projectspecifieke opslag als de netto opbrengsten van een project structureel in een vaste verhouding tot consumptie of nationaal inkomen staan. Dan is de beta van het project ongeveer één. De voorgestelde vuistregel gaat er dus van uit dat voor een gemiddeld project die verhouding bestaat en dat de beta ongeveer één is.

private partij overlaten. Paul Groux heeft in een presentatie voor de commissie gewezen op de mogelijkheid dat kasstromen bij publieke en private uitvoering een verschillend risicoprofiel hebben. Eenzelfde discontovoet voor beide stromen is dan niet adequaat. Een complicerende factor is dat de risico's van publieke en private uitvoering niet altijd zullen overeenkomen. Zo is de vraag wat het faillissement van een private partij voor (de baten van) het project betekent.

De analyse voor publiek-private samenwerking probeert de verschillende risico's uiteen te rafelen en deze te prijzen. Van belang is uiteindelijk een vergelijking tussen de marktwaarde voor private partijen en de waarde voor de samenleving. Bij deze vergelijking komt onvermijdelijk het probleem van marktwerking weer naar voren. Is de waarde op een markt een goede afspiegeling van individuele voorkeuren in de samenleving of is er een reden het functioneren van de markt niet optimaal is? Door private en maatschappelijke waarde te vergelijken komen de waarderingsprincipes bij publiek-private samenwerking en kosten-batenanalyse overeen.

Tabel 4.1 Overzicht van risicowaardering

<i>macro-economisch risico</i>	<i>diversificeerbaar risico</i>
<i>alle analyses</i>	
Beprijzing vindt plaats door een risico-opslag op de risicovrije discontovoet te hanteren. De opslag is het product van twee elementen: een beta en een algemene risicopremie van 3%.	De waarde van diversificeerbaar risico is in eerste instantie te verwaarlozen. De verwachte waarde van tegen- en meevallers komt wel in de kosten-batenraming terecht.
<i>diepgaande kosten-batenanalyse</i>	
Voor afzonderlijke kosten- en batenstromen moeten de afzonderlijke beta's bepaald worden, door historische analyse, stochastische modellen of ervaringen met vergelijkbare projecten.	De analyse moet groepen identificeren voor wie niet-financiële risico's (veiligheid, gezondheid, geluidsoverlast, congestie ed.) niet te verwaarlozen zijn en proberen de (markt)waarde van die risico's vast te stellen.
Gevoeligheidsanalyse voor de algemene risicopremie is aan te bevelen, met onder- en bovengrens van 1½% respectievelijk 4½%. Ook is gevoeligheidsanalyse voor de beta's noodzakelijk.	Verder moet onzekerheid over snel oplopende (convexe) kosten of baten aandacht krijgen (fasering, belangrijke knelpunten in het nul-alternatief).
<i>'kengetallen' kosten-batenanalyse</i>	
Voor elke kosten- of batenstroom wordt eenzelfde risico-opslag gehanteerd die overeenkomt met de algemene risicopremie van 3%.	De analyse kan aangeven welke diversificeerbare risico's mogelijk niet goed gespreid zijn of voor de bepaling van de verwachte kosten of baten relevant zijn.
Gevoeligheidsanalyse voor de risicopremie is raadzaam. Ook hier kunnen 1½% en 4½% als ondergrens dan wel bovengrens dienen. Een (gevoeligheids)analyse met plausibele beta's kan ook raadzaam zijn.	
<i>analyse van publiek-private samenwerking</i>	
Bij PPS wordt de marktwaarde van risico's voor private en publieke partijen vergeleken. Hierbij wordt informatie over verzekeringen en uit andere markten gebruikt. Bovendien is, mede aan de hand van het onderscheid tussen macro-economische en diversificeerbare risico's, een vergelijking van marktwaarde en maatschappelijke waarde geboden. De waarderingsprincipes bij PPS en kosten-batenanalyse wijken niet van elkaar af.	



## 5 Conclusies en aanbevelingen

Voor beoordeling van publieke investeringen telt niet alleen verwacht maatschappelijk rendement maar ook risico. Toch verschijnt bij projectbeoordeling risico hooguit als PM-post in het overzicht van kosten en baten. Het onderzoek naar risico in veel gevallen ontoereikend is, en een geïnformeerde afweging tussen rendement en risico is voor beleidsmakers moeilijk te maken. Duidelijk is dat de beslissingen over publieke investeringen hiermee niet gebaat zijn. Het gemis aan risicowaardering speelt andere aspecten van projectbeoordeling parten. Bij publiek-private samenwerking (PPS) komt onverbiddelijk naar voren dat de particuliere sector risico's wel beprijsd en de publieke sector niet. Hierdoor dreigt het gevaar dat de publieke sector met (achteraf) ongewenste risico opgezadeld wordt. Verder wordt bij de evaluatie van infrastructuurprojecten het belang van risico's in de verre toekomst dermate groot geacht dat ervoor gekozen is om de tijdshorizon kunstmatig kort te houden. Met een expliciete waardering van risico's zou deze noodgreep niet nodig zijn. Niet verwonderlijk is daarom de conclusie dat in de ogen van de commissie risicowaardering bij publieke investeringen onmisbaar is.

Een analyse begint bij het onderscheid tussen diversificeerbaar en macro-economisch risico. Bij het eerste type risico kunnen onzekere uitkomsten zodanig in de economie verdeeld worden dat mee- en tegenvallers tegen elkaar wegvallen en per saldo geen onzekerheid overblijft. Het spreiden kan plaatsvinden op financiële markten, door verzekeringen en via belastingheffing. Afgezien van de transactiekosten die hiermee gemoeid zijn, is dit type risico verwaarloosbaar. Een voorwaarde is dat diversificeerbaar risico ook daadwerkelijk goed gediversificeerd is. Bij niet-financiële baten en kosten van projecten is hieraan niet vanzelfsprekend voldaan. Bovendien zijn kleine kansen op snel oplopende, grote kosten of baten soms niet te verwaarlozen. Bij het tweede type, het macro-economische risico, hoeven voor- en tegenvallers niet tegen elkaar weg te vallen. Een tegenvaller in economisch slechte tijden heeft een andere (hogere) waarde dan een tegenvaller in economisch goede tijden.

Ook op de aandelenmarkt is dit waarderingsprincipe terug te vinden. Er is daar een duidelijke uitruil tussen verwacht rendement en macro-economisch risico. De overheid kan dit gebruiken om macro-economisch risico bij publieke investeringen te waarderen. Een voorbehoud is dat de marktprijs voor macro-economisch risico de individuele voorkeuren goed weergeeft. Probleem hierbij is dat de wetenschap de financiële markten niet goed weet te doorgronden en zich met raadsels geconfronteerd weet. Rendement hangt samen met risico maar ook met andere, nog onverklaarde factoren. De commissie kan onmogelijk de raadsels tot een oplossing brengen maar ziet geen doorslaggevende reden om de overheid een andere dan de marktprijs voor macro-economische risico te laten hanteren.

Ook andere markten kunnen van pas komen om risico's te prijzen. Zo kunnen bij het waarderen van diversificeerbare maar geconcentreerde risico's verzekeringsmarkten een richtsnoer zijn. Echter, vanwege verstoringen moeten de uitkomsten van deze markten steeds kritisch gezien worden.

De aanpak voor macro-economisch risico kan voor elk project dezelfde zijn. Dit komt neer op de bepaling van een discontovoet of rendementseis waarin een projectspecifieke opslag voor macro-economisch risico is verwerkt. De aanpak is accurater als voor afzonderlijke kosten- en batenstromen afzonderlijke risico-opslagen worden afgeleid. De opslag combineert de samenhang tussen een kosten- of batenstroom en consumptie(mogelijkheden) van belastingbetalers met een algemene risicopremie. Een redelijke middenwaarde voor de algemene risicopremie is 3 procentpunten. Vanwege onzekerheid over de marktwaarde van macro-economisch risico dienen berekeningen de gevolgen van andere risicopremie te laten zien. Een ondergrens van 1½ procentpunt en een bovengrens van 4½ procentpunt lijken hiervoor aangewezen.

Naast macro-economische risico's verdienen ook diversificeerbare risico's aandacht. Voor de waardering van deze risico's zijn moeilijk algemene regels te formuleren.

Bij een uitgebreide projectevaluatie dient onderzoek beta's voor afzonderlijke kosten- en batenstromen te leveren. Dit onderzoek kan op uiteenlopende manieren plaatsvinden. Bij een kengetallen kosten-batenanalyse zullen vaak tijd en middelen voor dergelijk onderzoek ontbreken. Dan kan een vaste, niet-projectspecifieke opslag van 3 procentpunten volstaan. Zowel bij een uitgebreide als een beperkte kosten-batenanalyse moet de verdeling van (diversificeerbare) risico's aandacht krijgen. Een uitgebreide analyse moet duidelijkheid verschaffen over de groepen individuen die onevenredig veel (diversificeerbare) risico's dragen en moet de waarde van risico's zo mogelijk tot uitdrukking komen.

Bij publiek-private samenwerking is de waardering niet wezenlijk anders dan bij kosten-batenanalyse. De moeilijkheid is steeds de waarde van verschillende risico's voor betrokken private partijen boven tafel te krijgen. De waarde van die risico's voor private partijen moet worden afgemeten tegen de maatschappelijke waarde ervan.

Risicowaardering betekent niet dat scenario- of gevoeligheidsanalyses overbodig worden. Gevoeligheidsanalyses maken het belang van onzekere en belangrijke parameters in de (model)berekeningen inzichtelijk, terwijl scenarioanalyses onzekerheden over belangrijke omgevingsfactoren laten zien. Gevoeligheidsanalyses bij risicowaardering betreft zeker twee belangrijke parameters. De eerste is de algemene risicopremie. Berekeningen met een ondergrens van 1,5% en een bovengrens van 4,5% kunnen de onzekerheid over de algemene

risicopremie weergeven. Ten tweede zijn de verschillende beta's met onzekerheid omgeven. De betrouwbaarheid van die schattingen biedt een aanknopingspunt voor gevoeligheidsanalyses.

De commissie doet de aanbeveling om een risico-paragraaf een vast onderdeel van een kosten-batenanalyse zijn. Deze paragraaf moet ingaan op:

1. diversificeerbare risico's;
2. macro-economische risico's;
3. scenarioanalyses;
4. gevoeligheidsanalyses.

Door een dergelijke paragraaf zullen projectrisico's op macro-economische wijze de aandacht krijgen die zij verdienen.



## 6 Een welvaartstheoretische benadering van risicowaardering

In het hoofdrapport staan verschillende belangrijke uitspraken en conclusies. Zo staat er dat belastingheffing risico's spreidt, zodat de variantie van projectuitkomsten in eerste aanleg niet ter zake doet, en dat publieke investeringen andere riskante activiteiten kunnen verdringen. Om dergelijke uitspraken en conclusies te onderbouwen en toe te lichten, zal in deze bijlage een eenvoudig, theoretisch model opgezet en besproken worden. Om tot makkelijke interpreteerbare resultaten te komen, zijn twee-ordebenaderingen van functies vaak handig. Deze benaderingen zijn voor onderbouwing en toelichting niet onmiddellijk relevant, en zijn naar een aparte paragraaf, aan het einde van de bijlage verwezen. Het startpunt is een eenvoudig model voor een (representatieve) consument annex belastingbetaler.

### 6.1 Modelopzet

Het model beschouwt een (representatieve) consument annex belastingbetaler. Het bestrijkt twee perioden. Over het inkomen in de eerste periode  $H_1$  bestaat geen onzekerheid, terwijl het inkomen in de tweede periode onzeker is. In de tweede periode bestaat inkomen uit een onzeker rendement  $R_F (=1+r_F)$  op besparingen  $F$  en onzekere (netto) inkomsten uit arbeid  $H_2$ .

Bovendien investeert de overheid in een project. In de eerste periode vindt de investering plaats. De kosten  $I_T$  daarvan zijn gegeven en worden gefinancierd met een lening op de internationale kapitaalmarkt tegen een risicovrije rente. Het project heeft onzekere financiële opbrengsten in de tweede periode. Het saldo van deze opbrengsten en investeringskosten  $G_T$  komt ten goede of ten laste van de belastingbetaler. De netto opbrengsten worden gelijkmatig over alle belastingbetalers,  $N$  in totaal, verdeeld:  $G = G_T/N$ . Deze opbrengsten bepalen het rendement van de investering  $G = R_G I = (1+r_G) I$  waarbij  $I = I_T/N$ .

Om de rol van onzekerheid duidelijk in beeld te brengen, is een onderscheid tussen verwachte waarde en spreiding rondom de verwachte waarde handig. Dit onderscheid komt tot stand door de projectopbrengsten te schrijven als de som van een onzeker en een zeker deel  $\pi G + (1-\pi)G^e$ , waarbij  $EG = G^e$  en waarbij  $\pi$  naar gelang een keuzevariabele of een exogene parameter is.

In onzekerheid over het inkomen in de tweede periode probeert de consument het verwachte nut over beide perioden te maximaliseren en (beleggings)beslissingen optimaal te maken,

$$U(C_1) + \frac{1}{1+\theta} E[U(C_2)] \quad , \quad \theta > 0 \quad , \quad (6.2)$$

onder de voorwaarde van de budgetrestricties in beide perioden,

$$\begin{aligned} C_1 + F &= H_1, \\ C_2 &= R_F F + H_2 + \pi G + (1-\pi) G^e. \end{aligned} \quad (6.3)$$

Hierbij is  $C$  consumptie en  $\theta$  de tijdvoorkeurvoet. De nutsfuncties  $U$  voldoende aan de gebruikelijke condities.

De modelopzet is relatief eenvoudig en vrij gebruikelijk in de economische literatuur (zie bijvoorbeeld Weil, 1989). Om het effect van de publieke investering op de consument-belastingbetaler te analyseren, zijn een tweetal tussenstappen handig.

Ten eerste zijn twee-ordebenadering van vergelijkingen vaak makkelijker te begrijpen en bewerken dan de vergelijking zelf. Log-linearisatie van de budgetrestrictie in de tweede periode levert op

$$c_2 - c_2^e \approx (r_F - r_F^e) \omega_F + (h - h^e) \omega_H + \pi (r_G - r_G^e) i, \quad (6.4)$$

waarbij een logaritme van een variabele  $X$  wordt aangeduid met een kleine letter, dus  $\ln X = x$  en waarbij  $\omega_F$  en  $\omega_H$  de aandelen van financieel en menselijk kapitaal in het totale vermogen zijn. Verder is de variabele  $i$  niet de logaritme van de investeringskosten (per hoofd van de bevolking) maar de verhouding van die kosten tot consumptie,  $i = I/C^e$ . De gelineariseerde budgetrestrictie laat zien dat onverwachte verandering in de consumptie toe te schrijven zijn, aan onverwachte verandering in het rendement op vermogenstitels, arbeidsinkomen en het rendement van het publieke project.

Ten tweede zullen we, om te komen tot makkelijke interpreteerbare formules, aan de nutsfunctie vaak een specifieke vorm toekennen,

$$U(C) = \frac{C^{1-\gamma}}{1-\gamma}, \quad \gamma > 0, \quad (6.5)$$

waarbij  $\gamma$  de constante, relatieve maat voor risicoaversie is. Een hogere  $\gamma$  betekent een hogere afkeer van risico.

## 6.2 Het onderscheid tussen variantie en covariantie

Stel dat de consument-belastingbetaler zich geheel of gedeeltelijk kan verzekeren tegen de inkomensonzekerheid die het project met zich meebrengt. De verzekering biedt de mogelijkheid de onzekere projectopbrengsten  $G$  om te zetten naar zekere opbrengsten  $G^e$ , door de fractie  $\pi$  te kiezen, in ruil voor een premie  $P$ . De optimale mate van verzekering  $\pi$  volgt uit de eerste-orde

voorwaarde (zie de doelstellingsfunctie 1 en de budgetrestrictie 2) en is afhankelijk van de verzekeringspremie in verhouding tot de investeringskosten  $p$ :

$$E[-U'(C_2)(G - (G^e - P))] = E[-U'(C_2)(r_G - r_G^e + p)i] = 0. \quad (6.6)$$

In deze uitdrukking is de keuzevariabele  $\pi$  niet onmiddellijk zichtbaar. De variabele is van invloed op consumptie in de tweede periode, en is daarom medebepalend voor de stochastische samenhang tussen het marginale nut van consumptie en het rendement op het publieke project.

Wel valt uit uitdrukking de verzekerings- of risicopremie te herleiden tegen welke de consument zich geheel of gedeeltelijk wil verzekeren,

$$p = \frac{\text{cov}[U'(C_2), r_G]}{E[U'(C_2)]}. \quad (6.7)$$

De waarde van de verzekering voor de consument (betalingsbereidheid) is afhankelijk van de stochastische samenhang tussen het marginale nut van consumptie en het projectrendement. In economisch slechte tijden is het inkomen laag en het marginaal nut van extra consumptie hoog, terwijl in economisch goede tijden het omgekeerde geldt. De verzekerings- of risicopremie is positief als het projectrendement een positieve co-variantie met het marginaal nut van consumptie vertoont en, dus, als het rendement in slechte tijden laag is en in goede tijden hoog.

De eerste-ordevoorwaarde suggereert al dat niet de variantie maar de co-variantie bepalend voor de waardering van projectrisico's. Door de specifieke nutsfunctie (4) te kiezen, de eerste-ordevoorwaarde (5) te lineariseren en vervolgens de budgetrestrictie te invullen (zie afleiding 1 in paragraaf 7.4), komt de betekenis van beide voor de verzekerings- of risicopremie expliciet naar voren:

$$\begin{aligned} p &= -\frac{1}{2} \text{var}(r_G) i + \gamma \text{cov}(c_2, r_G) \\ &= \left(-\frac{1}{2} + \gamma \pi\right) \text{var}(r_G) i + \gamma \pi [\omega_F \text{cov}(r_F, r_G) + \omega_H \text{cov}(h, r_G)] \end{aligned} \quad (6.8)$$

Terwijl in de oorspronkelijke eerste-orde voorwaarde (5) of (6) het niet-waarneembare marginale nut van consumptie centraal staat, komt in de gelineariseerde voorwaarde (7) consumptie voor, die wel observeerbaar is. Dit is een stap naar waardering in de praktijk. Belangrijk is het onderscheid tussen variantie en co-variantie. Bij veel belastingbetalers ( $N \rightarrow \infty$ ) is een project 'klein' ( $i \rightarrow 0$ ), doet de variantie niet ter zake. Arrow en Lind (1971) hebben dit op een vergelijkbare manier laten zien. Er zijn verschillende manieren om ongecorrleerde, diversificeerbare risico's te spreiden. Dat kan op de aandelenmarkt, door verzekeringen maar dus ook via een systeem van inkomstenbelasting. Dit is een belangrijk resultaat. Door spreiding

zijn diversificeerbare risico's te verwaarlozen en is alleen het macro-economische risico van belang. Dit is een leidend principe bij risicowaardering, dat niet alleen uit een welvaartseconomische benadering, zoals hierboven, naar voren komt maar ook geldt in de beleggingstheorie.

*Bij evaluatie van een project telt de co-variantie van projectopbrengsten enerzijds en consumptie anderzijds.*

Er is wel een belangrijk verschil tussen de beleggingstheorie en de welvaartseconomische benadering. In de beleggingstheorie wordt de waarde van een aandeel mede bepaald door de samenhang tussen het aandeelrendement en het marktrendement ( $\text{cov}(r_A, r_G)$  in vergelijking 7). In de welvaartseconomische benadering heeft een bredere definitie van de relevante portefeuille. Deze omvat niet alleen aandelen en obligaties maar ook toekomstig inkomen uit arbeid, huizen en dergelijke.<sup>1</sup> Zo komt in vergelijking (7) ook de co-variantie van de netto projectopbrengsten en menselijk kapitaal voor (de term ( $\text{cov}(h, r_G)$ )).

*Bij evaluatie van overheidsinvesteringen moet een breed vermogensbegrip gehanteerd worden. Het vermogen omvat niet alleen verhandelbare, liquide activa als aandelen en obligaties maar ook illiquide activa als huizen en toekomstige inkomsten en uitgaven uit hoofde van bijvoorbeeld arbeid, pensioen en belastingheffing.*

<sup>1</sup> De beleggingstheorie ende welvaartseconomische benadering zijn twee varianten van het zogeheten Capital Asset Pricing Model. Slechts als consumptie alleen uit de opbrengsten van financieel kapitaal bekostigd wordt, vallen de twee varianten van CAPM samen.

### Een kwantitatieve inschatting van systematisch projectrisico

De uitdrukking voor de verzekeringspremie is eerder gebruikt om het belang van onzekerheid voor projectevaluatie in te schatten. Little en Mirrlees, bijvoorbeeld, herschrijven de uitdrukking tot het product van een correlatie-coëfficiënt  $\rho$  en standaarddeviaties  $\sigma$ .

$$P = \gamma \text{cov}(c_2, r_G) \\ = \gamma \rho \sigma_{c_2} \sigma_{r_G}$$

Gegeven de correlatie-coëfficiënt proberen Little en Mirrlees de verschillende factoren numeriek in te schatten. Daartoe stellen ze allereerst  $\gamma=2$ . Vervolgens kunnen uit (tijdreeks)gegevens de standaarddeviaties herleid worden. Als verwachte consumptie overeenkomt met het product van een historische gemiddelde groeifactor en consumptie in de vorige periode, is  $\sigma_{c_2}$  gelijk aan de standaarddeviatie van consumptiegroei. Voor de periode 1949-1998 bedraagt deze ongeveer 0.025. Dat is een vrij klein getal. Dat wordt ook door Little en Mirrlees vastgesteld, en is een bevinding waarop Weil (1989) voortborduurde. Het heeft de implicatie dat de co-variantie niet heel belangrijk is omdat de variantie van het (niet-project)inkomen niet heel belangrijk is. Ook de standaarddeviatie van het projectrendement moet geprikt worden. Dat is minder eenvoudig. Een optie is de standaarddeviatie voor het projectrendement gelijk te stellen aan die voor consumptiegroei. Een andere optie is om een 'gemiddeld' project te schetsen. Stel dat een project gemiddeld een verwacht rendement van 10% heeft. Het feitelijke rendement kan echter liggen tussen -40% en +60%. Stel verder dat de bandbreedte van uitkomsten een 95%-betrouwbaarheidsinterval voorstelt. Op basis hiervan is de standaarddeviatie van het projectrendement 0,25. De verzekeringspremie als fractie van de projectopbrengsten is een maat voor de waarde van risico. In de huidige praktijk van projectevaluatie worden risico's niet expliciet gewaardeerd zodat projectopbrengsten overschat worden. Bij  $\gamma=2$  hoeft de overschatting echter niet groot te zijn,

$$P = \gamma \rho \sigma_{c_2} \sigma_{r_G} \\ = 2\rho(0,025)(0,25) = 0,0125\rho$$

In deze berekening bedraagt de overschatting ten hoogste 1,25% van de investeringskosten. De uitkomsten van aandelenmarkten impliceren een fors hogere waarde van  $\gamma$ : eerder 20 dan 2. De overschatting neemt navenant toe, en bedraagt dan maximaal 12,5%.

### 6.3 Onzekere projectopbrengsten en andere riskante investeringen

Bij een publieke investering krijgt de consument-belastingbetaler tot op zekere hoogte de rol van aandeelhouder opgedrongen: de consument-belastingbetaler draagt uiteindelijk de winsten of verliezen van een publiek project. Hierdoor zullen beslissingen over andere beleggingen en riskante investeringen, waarbij consument-belastingbetaler vrijwillig de rol van aandeelhouder heeft aangenomen, veranderingen ondergaan. De samenhang tussen publieke investeringen en private beleggingen vereist een uitbreiding van het model.

De consument-belastingbetaler kan kiezen het financiële vermogen te beleggen in riskante en risicoloze vermogentitels (aandelen dan wel geïndexeerde overheidsobligaties). Voor de riskante investering is het onzekere bruto-rendement  $R_A (=1+r_A)$  en het aandeel in het financiële vermogen  $\phi_A$  en voor de risicoloze investering  $R_B (=1+r_B)$  en  $\phi_B=1-\phi_A$ . Het verwachte rendement op de totale portefeuille is het gemiddelde van het verwachte aandelenrendement en het obligatierendement:  $R_F = \phi_A R_A + \phi_B R_B$ .

De consument-belastingbetaler kiest het aandeel van riskante investeringen in het totaal optimaal:

$$E[U'(C_2)(r_A - r_B)] = 0. \quad (6.9)$$

De consument-belastingbetaler vereist een rendementsverschil om naast risicoloze obligaties ook riskante aandelen aan te houden. Dit rendementsverschil is op te vatten als een risicopremie, en is afhankelijk de co-variantie tussen aandelenrendement en (de logaritme van) consumptie (vergelijk met de uitdrukking voor verzekeringspremie 6):

$$r_A^e - r_B = \frac{\text{cov}[U'(C_2), r_A]}{E[U'(C_2)]} \quad (6.10)$$

Wederom biedt een tweede-ordebenadering van de eerste-ordevoorwaarde (8) meer inzicht. Door gebruik te maken van de specifieke nutsfunctie (4) en de gelineariseerde budgetrestrictie (3) valt het rendementsverschil tussen riskante en risicoloze beleggingen te schrijven als

$$\begin{aligned} r_A^e - r_B &= -\frac{1}{2} \text{var}(r_A) + \gamma \text{cov}(c_2, r_A) \\ &= -\frac{1}{2} \text{var}(r_A) + \gamma [\text{var}(r_A) \phi_A \omega_F + \text{cov}(r_A, h) \omega_H + \text{cov}(r_A, r_G) \pi i], \end{aligned} \quad (6.11)$$

waarbij  $\omega_F + \omega_H = 1$ . De risicopremie op aandelen is afhankelijk van de co-variantie tussen het aandelenrendement en (de logaritme van) consumptie. Deze co-variantie is som van drie

elementen: de variantie van aandelenrendement, de co-variantie van aandelenrendement en de opbrengst van menselijk kapitaal en de co-variantie van aandelenrendement en projectopbrengsten. Door samenstelling van de portefeuille is de co-variantie tussen aandelenrendement en consumptie te kiezen. Een relatief risicoaverse belegger (een hoge  $\gamma$ ) kiest voor een relatief klein aandeel van riskante beleggingen in de totale portefeuille ( $\phi_A \omega_F$ ), en beperkt op die manier de co-variantie van aandelenrendement en consumptie. Handel op de financiële markten tussen meer of minder risicoaverse beleggers zal ertoe leiden dat voor iedere belegger eenzelfde premie voor aandelenrisico geldt en dat de mate van risico voor elke belegger verschillend is, afhankelijk van de individuele voorkeur.

Op internationaal goed geïntegreerde financiële markten wordt de premie van aandelenrisico niet alleen door Nederlandse maar ook door buitenlandse beleggers bepaald. In dat geval verandert de risicopremie niet als de overheid op grote schaal gaat investeren. Deze premie is dan op te vatten als een exogene. Onder de veronderstelling van goede geïntegreerde markten, die ook door de Studiegroep Heroverweging Discontovoet wordt gehanteerd, is het effect van publieke investeringen op private beleggingen makkelijk te traceren. Bij een exogene risicopremie op aandelen  $r_A^e - r_B$  en voor een gegeven risicoafkeer  $\gamma$  zal de co-variantie tussen aandelenrendement en consumptie niet door publieke investeringen veranderen. Anders gezegd, beleggingen in aandelen nemen af met de omvang ( $i$ ) en het risico ( $\pi$ ) van publieke investeringen:

$$\phi_A \omega_F = \frac{\text{cov}(r_A, r_G)}{\text{var}(r_A)} \pi i = \beta_{r_G} \pi i. \quad (6.12)$$

De mate van verdringing is afhankelijk van de financiële beta van publieke investeringsprojecten  $\beta_{r_G}$ . Dat de beta uit de beleggingstheorie opduikt, is niet verrassend. De beta meet de marginale bijdrage van vermogentitels aan de totale variantie van het financiële (verhandelbare) vermogen. Nu wordt de consument-belastingbetaler een belegging in de vorm van publieke investeringsprojecten opgedrongen. Deze reageert niet wezenlijk anders dan bij een nieuwe belegging, die de consument-belastingbetaler zelf en vrijwillig uitkiest. De nieuwe belegging verdringt (bij een positieve beta) al bestaande beleggingen. De verdringing vindt in eerste instantie aan de vraagzijde plaats, namelijk belegger ruilt de vrijwillig belegging in voor een gedwongen belegging. Dit kan ook via de aanbodzijde lopen. In plaats van belastingheffing kan door uitgifte van aandelen het project gefinancierd worden. Deze uitgifte kan de prijs of het bezit van andere vermogentitels veranderen. Een belangrijk verschil is dat in het laatste geval verdringing op een wereldwijde kapitaalmarkt plaatsvindt en voor Nederland geen traceerbare gevolgen heeft, terwijl in het eerste geval het effect (bij grote projecten) voor Nederland merkbaar kunnen zijn. Het kan de vorm nemen van een anders samengestelde portefeuille van aandelen en obligaties. Het kan ook de vorm nemen van minder riskante investeringen die niet

(goed) op financiële markten te verhandelen zijn. Voorbeelden zijn het volgen van onderwijs of het opzetten van een nieuw bedrijf.

*Publieke financiering van investeringen legt (niet-diversificeerbare) risico's bij belastingbetalers.*

Op deze extra risico's kunnen belastingbetalers reageren door andere riskante investeringen te minderen, uiteenlopend van beleggingen in aandelen tot beslissingen over onderwijs of het starten van een bedrijf.

Een belegger kan de extra variantie van het vermogen door toedoen van een publiek project tegengaan door het kopen of verkopen van riskante beleggingen. Toegang tot de kapitaalmarkt is hiervoor essentieel en biedt in potentie een belangrijk voordeel. De omvang van dit voordeel hangt af van de co-variantie tussen projectopbrengsten en de (andere) riskante beleggingen. Dit komt tot uitdrukking door een expliciete vergelijking van het nut in situaties zonder en met aanpassing van de beleggingsportefeuille,  $U(C_2)|_{\Delta\theta_A=0}$  respectievelijk  $U(C_2)|_{\Delta\theta_A^*=0}$  (zie afleiding 2 in paragraaf 7.4):

$$U(C_2)|_{\Delta\theta_A=0} - U(C_2)|_{\Delta\theta_A^*=0} \equiv -\frac{1}{2}\beta_{r_G}^2 \text{var}(r_A) \quad (6.13)$$

De vergelijking laat zien aanpassing van de beleggingsportefeuille voordeel biedt als de (financiële) beta groter of kleiner dan nul is. Bij  $\beta_{r_G} > 0$  zal er minder in aandelen belegd worden, en  $\beta_{r_G} < 0$  meer. Het voordeel van aanpassing verdwijnt als de beta gelijk is aan nul en de projectopbrengsten feitelijk geen macro-economisch risico herbergen.

Niet alle belastingbetalers zijn actief op de aandelenmarkten of, meer in het algemeen, kunnen makkelijk riskante investeringen of beleggingen veranderen. Te denken valt aan jonge studerende mensen, werklozen en oude, gepensioneerde mensen. Deze belastingbetalers kunnen juist gevoelig voor publieke risico's, gevoeliger dan op aandelenmarkt tot uitdrukking komt.

*Niet alle belastingbetaler hebben toegang tot de kapitaalmarkt of, meer in het algemeen, kunnen het risico rond hun inkomsten kiezen. Een publiek project kan voor die belastingbetalers vervelend uitpakken.*

## 6.4 Afleidingen

### Afleiding 1

Bij de specifiek nutsfunctie (4) is de eerste-orde voorwaarde is te schrijven als

$$E\left[e^{(-\gamma c + r_G)}\right] = E\left[e^{(-\gamma c + r_G^E - p)}\right],$$

waarbij  $\ln(\mathbf{1} + \mathbf{r}_G) \approx \mathbf{r}_G$  en  $\ln(\mathbf{1} + \mathbf{r}_G^e + \mathbf{p}) \approx \mathbf{r}_G^e + \mathbf{p}$  en waarbij de index voor de periode is weggelaten.

Een tweede-ordebenadering hiervan is

$$E \left[ e^{(-\gamma \mathbf{c}^e + \mathbf{r}_G^e)} \left( \mathbf{1} + (-\gamma(\mathbf{c} - \mathbf{c}^e) + \mathbf{r}_G - \mathbf{r}_G^e) + \frac{1}{2}(-\gamma(\mathbf{c} - \mathbf{c}^e) + \mathbf{r}_G - \mathbf{r}_G^e)^2 \right) \right] = \\ E \left[ e^{(-\gamma \mathbf{c}^e + \mathbf{r}_G^e - \mathbf{p})} \left( \mathbf{1} + (-\gamma(\mathbf{c} - \mathbf{c}^e)) + \frac{1}{2}(-\gamma(\mathbf{c} - \mathbf{c}^e))^2 \right) \right] .$$

Oftewel,

$$e^{(-\gamma \mathbf{c}^e + \mathbf{r}_G^e)} \left[ \mathbf{1} + \frac{1}{2}(\gamma^2 \text{var}(\mathbf{c}) + \text{var}(\mathbf{r}_G) - 2\text{cov}(\mathbf{c}, \mathbf{r}_G)) \right] = e^{(-\gamma \mathbf{c}^e + \mathbf{r}_G^e - \mathbf{p})} \left[ \mathbf{1} + \frac{1}{2}\gamma^2 \text{var}(\mathbf{c}) \right]$$

Door van beide kanten de logaritme te nemen en door te gebruiken  $\ln(\mathbf{1} + \mathbf{x}) \approx \mathbf{x}$  als  $\mathbf{x}$  dicht bij nul ligt, wordt de uitdrukking voor de verzekeringspremie verkregen.

## Afleiding 2

Bekijk een verandering in de risico van een overheidsinvestering,  $\pi$  neemt toe, in twee situaties.

In situatie 1 kan de consument-belastingbetaler zijn portefeuille niet aanpassen en blijft  $\phi_A$  onveranderd, en in situatie 2 kan de consument-belastingbetaler wel een groter of kleiner gewicht aan aandelen toekennen en een andere  $\phi_A$  kiezen. Als de consumptie voor de verandering in risico wordt aangeduid met  $C_o$ , valt consumptie in situatie 1 en 2 te schrijven al:

$$C_1 = C_o + \Delta \pi i(r_G - r_G^e) ,$$

$$C_2 = C_o + \Delta \pi i C_o (r_G - r_G^e) + \Delta \phi_A \omega_F C_o (r_A - r_B) .$$

Linearisatie van het verwachte nut rond  $C_o$  levert op:

$$E[U(C_1)] \approx U(C_o^e) + U' E[C_o - C_o^e + \Delta \pi i C_o (r_G - r_G^e)] \\ + \frac{1}{2} U'' E[C_o - C_o^e + \Delta \pi i C_o (r_G - r_G^e)]^2 ,$$

$$E[U(C_2)] \approx U + U' E[C_o - C_o^e + \Delta \pi i C_o (r_G - r_G^e) + \Delta \phi_A \omega_F C_o (r_A - r_B)] \\ + \frac{1}{2} U'' E[C_o - C_o^e + \Delta \pi i C_o (r_G - r_G^e) + \Delta \phi_A \omega_F C_o (r_A - r_B)]^2 .$$

Het (nuts)verschil tussen beide situaties wordt dan

$$\begin{aligned}
 & \frac{E[U(C_2)] - E[U(C_1)]}{U'(C_0)} \\
 &= \Delta\phi_A \omega_F (r_A^e - r_B) + \frac{U''C_0}{U'} E\left[\Delta\phi_A \omega_F (C_0 - C_0^e)(r_A - r_A^e)\right] \\
 &+ \frac{U''C_0}{U'} E\left[\Delta\pi i \Delta\phi_A \omega_F (r_G - r_G^e)(r_A - r_A^e) + \frac{1}{2}(\Delta\phi_A \omega_F)^2 (r_A - r_A^e)^2 + \frac{1}{2}(\Delta\phi_A \omega_F)(r_A^e - r_B)^2\right]
 \end{aligned}$$

Hierbij is  $-U''C_0/U' > 0$  de relatieve maat voor risicoaversie. De uitdrukking van het (nuts)verschil is verder te vereenvoudigen. Ten eerste vallen de twee termen op de eerste regel tegen elkaar weg. Een lagere verwachte opbrengst van de portefeuille (de eerste term) valt nagenoeg weg de waarde van een lagere (co)variantie (de tweede term). Zie hiervoor vergelijking (10). Ten tweede bestaat een verband tussen het risicoprofiel van de overheidsinvestering en de samenstelling van de financiële portefeuille:  $\Delta\phi_A \omega_F = -\beta_{r_G} \Delta\pi i$ , waarbij  $\beta_{r_G} = \text{cov}(r_G, r_A) / \text{var}(r_A)$ . Hierdoor is de tweede regel te vereenvoudigen tot

$$-\frac{1}{2} \frac{U''C_0}{U'} (\beta_{r_G})^2 (\Delta\pi i)^2 [\text{var}(r_A) - (r_A^e - r_B)^2].$$

## 7

**Een marktconforme premie voor macro-economisch risico**

In deze bijlage zullen we een algemene premie voor macro-economisch risico afleiden waarin de uitruil tussen rendement en risico op de aandelenmarkt expliciet verwerkt is. De algemene premie is nodig om voor risico gecorrigeerde discontovoeten te bepalen. Dit is de meest praktische aanpak om de waardering van macro-economisch risico gestalte te geven. Een andere aanpak waarbij macro-economisch risico als aparte post in de kosten-batenopstelling verschijnt, levert in principe eenzelfde uitkomst op. Een voorwaarde is wel dat kosten- en batenstromen een vergelijkbare ontwikkeling als consumptie (of inkomen) doormaken. Meer specifiek, de stromen moeten een bestendige maar onzekere groei doormaken. Bij veel projecten zal aan deze voorwaarde voldaan zijn. Als aan de voorwaarde niet voldaan is, zal de samenhang tussen consumptie en netto projectopbrengsten nog steeds relevant zijn maar is een tijdsafhankelijke (stijgende of dalende) risicopremie geschikter. In deze paragraaf veronderstellen we dat aan de voorwaarde voldaan is.

Uit de welvaartstheoretische benadering valt eenvoudig een algemene regel voor de rendementseis af te leiden. In deze benadering is het noodzakelijke rendement van een riskant project  $r_i$  de som van een risicovrije rente  $\delta$  en een projectspecifieke opslag voor risico. De laatste is te schrijven als het product van twee factoren: de relatieve mate van risicoafkeer  $\gamma$  en de co-variantie tussen (de logaritme van) consumptie  $c$  en het projectrendement,  $\sigma_{cr_i}$ . De rendementseis is dus in eenvoudige formule uit te drukken:

$$r_i = \delta + \gamma \sigma_{cr_i}.$$

In deze formule is de gemiddelde mate van risicoafkeer  $\gamma$  de relevante onbekende.<sup>1</sup> Een risicoanalyse van het project moet de maat voor macro-economisch risico  $\sigma_{cr_i}$  opgeleverd hebben, en de uitkomst van die analyse is hier een gegeven. Verder wordt aangenomen dat de risicovrije rente  $\delta$  overeenkomt met de voorgeschreven discontovoet van 4%.

De gemiddelde mate van risicoafkeer valt uit de uitkomsten van de aandelenmarkt af te leiden. Voor het vereiste rendement op aandelen  $r_A$  geldt eenzelfde formule. Het rendementsverschil tussen riskante aandelen en risicovrije vermogenstitels wordt bepaald door de relatieve mate van risicoafkeer en de co-variantie tussen (de logaritme van) consumptie  $c$  en het aandelenrendement,  $\sigma_{c r_A}$ :

<sup>1</sup> De afleiding veronderstelt niet dat alle belastingbetalers in eenzelfde mate risico-avers zijn maar wel dat deze hun portefeuille van riskante beleggingen en investeringen kunnen en zullen aanpassen. Door de verschuivingen in portefeuilles gelden voor verschillende belastingbetalers toch eenzelfde risico-opslag. Zie de appendix voor een nadere uitleg.

$$r_A = \delta + \gamma \sigma_{cr_A} .$$

Combinatie van beide vergelijkingen levert op

$$\begin{aligned} r_i &= \delta + \frac{\sigma_{cr_i}}{\sigma_{cr_A}} (r_A - \delta) , \\ &= \delta + \beta_{cr_i} \pi , \quad \pi = \frac{r_A - \delta}{\beta_{cr_A}} , \end{aligned}$$

waarbij  $\pi$  de algemene risicopremie is. In de laatste uitdrukking zijn de co-varianties tot beta's herleid. Hierdoor wordt de analogie met de theorie van financiële beleggingen en investeringen duidelijker. Voor een (publiek of privaat) project is de risico-opslag het product van de projectspecifieke beta en een algemene opslag, die voor elk project hetzelfde is.

Aan de hand van tijdreeksen voor reële consumptie en reëel aandelenrendement in de naoorlogse periode is geprobeerd de algemene risico-opslag te achterhalen. Een meer gedetailleerde uitleg van de gevolgde procedure is te vinden in het tekstkader 'Bepaling van de algemene risicopremie'. Het gemiddelde aandelenrendement over de periode 1946-2001 bedroeg 7,51%. De geschatte beta van consumptie en aandelenrendement komt uit op 0,838. Uit de tijdreeksanalyse komt derhalve een risico-opslag van 4,2% ( $= 3,51\% / 0,838$ ) naar voren. Gelet op percentages die in de economische literatuur circuleren, is deze uitkomst niet onredelijk hoog of laag te noemen.

Ook vanuit andere perspectieven is deze uitkomst niet onredelijk. Bedrijven hanteren een algemene risicopremie van 2 à 4 procentpunten.<sup>2</sup> Verder is in hoofdstuk 2 berekend dat het afkappen van de tijdshorizon overeenkomt het hanteren van een discontovoet die zo'n 3 procentpunten boven de risicovrije discontovoet van 4% ligt.

<sup>2</sup> In het tekstkader 'Rendementseisen en kapitaalkosten in het bedrijfsleven' valt te lezen dat Amerikaanse bedrijven rekenen met risicopremie op aandelen tussen 4 en 8½ procentpunten. De algemene risicopremie voor die bedrijven komt overeen met de risicopremie op aandelen gewogen met het belang van aandelen in de totale financiering. Nu bestaat de financiering van die bedrijven ongeveer voor de helft uit eigen vermogen en voor de helft uit vreemd vermogen. Dat betekent algemene risico-premie ongeveer de helft van de risicopremie op aandelen moet zijn.

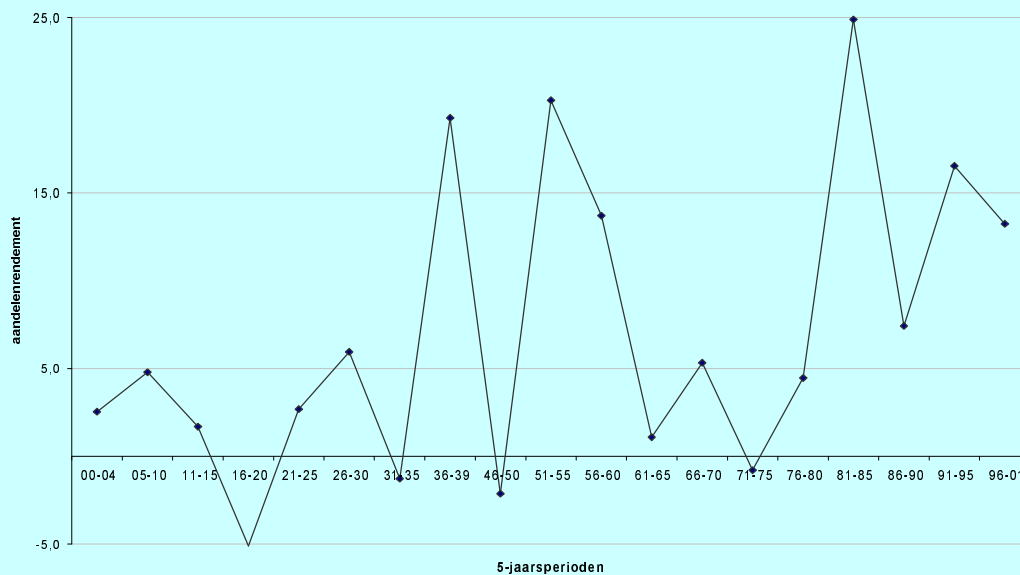
### Bepaling van de algemene risico-opslag

De risico-opslag bestaat uit twee elementen: het rendementsverschil tussen aandelen en staatsobligaties en de beta tussen consumptie en aandelenrendement. Voor beide elementen is de analyse tot de naoorlogse periode beperkt. Dit beperkt het gevaar dat de verbanden in de economie in de periode onder beschouwing structurele wijzigingen ondergaan.

### Het rendement op aandelen

Over de periode 1946-2001 hebben aandelen gemiddeld een reëel rendement van 7,51% laten zien. Dit is hoger dan het gemiddelde rendement van 5,31% over de hele eeuw (tot en met september 2001). De fluctuaties rondom het gemiddelde rendement zijn aanzienlijk. De figuur laat voor perioden van vijf jaar het aandelenrendement zien. Het geeft een beeld van een bruisende aandelenmarkt in de jaren vijftig, begin jaren tachtig en jaren negentig. Eichholz, Koedijk en Otten (2000) geven een uitgebreide beschrijving van de aandelenmarkt in de afgelopen eeuw.

### Aandelenrendement in de vorige eeuw



Bron: Eichholz, Koedijk en Otten

### De beta tussen consumptie en aandelenrendement

In de eerste stap worden de verwachtingschema's voor de twee variabelen opgesteld en geschat. Meer specifiek, de groei van consumptie per capita is gerelateerd aan de groei in het vorige jaar, en het aandelenrendement aan dat in het vorige jaar. De residuen uit de twee vergelijkingen zijn op te vatten als onverwachte veranderingen. In de tweede stap worden de residuen uit de twee vergelijkingen met elkaar in verband gebracht.

$$\text{onverwacht aandelenrendement} = 9,75 \cdot 10^{-16} + 0,838 \text{ onverwachte groei van consumptie per capita} \\ -3,6 \quad -1,15$$

steekproefperiode 1948-1998,  $R^2 = 0,008$ , t-waarden tussen haakjes

Wel is de statistische onzekerheid over de uitkomst groot. Bovendien zijn er redenen aan te voeren dat het percentage wel eens te hoog zou kunnen zijn. Kort zullen we de belangrijkste onzekerheden langslopen.

1. statistische onzekerheid

Van belang is niet alleen de waarde van de beta tussen consumptie en aandelenrendement (0,838) maar ook de bijbehorende standaarddeviatie (1,15). Deze is naar verhouding aanzienlijk. Naar de gebruikelijke statistische maatstaven wijkt de beta niet significant van nul (of één) af. Verder laat de figuur in het tekstkader 'Bepaling van de algemene risico-opslag' zien dat de schommelingen in aandelenrendementen aanzienlijk zijn. Ook hier geldt dat het marktrendement in de na-oorlogse periode geen garanties biedt voor het rendement in de komende decennia.

2. gevoeligheid voor de schattingsperiode

De uitkomsten voor de beta zijn eveneens gevoelig voor de schattingsperiode. Hoe meer jaren aan het einde van de periode buiten beschouwing blijven hoe hoger de beta wordt. Dit suggereert dat met name in jaren tachtig en negentig een verband tussen aandelenrendement en particuliere consumptie opvallend afwezig is. Ook het rendementsverschil tussen aandelen en staatsobligaties is afhankelijk van de beschouwde periode. Over de hele eeuw bedraagt het gemiddelde aandelenrendement 5,35%. Dit zou leiden tot een algemene opslag van 1,6% ( $=1,35\%/0,838$ ).

3. verwacht versus feitelijk rendement

De hoge aandelenrendement in de jaren tachtig en met name de jaren negentig hebben de 'equity premium puzzle' alleen maar vergroot. Eén verklaring voor de uitbarsting is een onverwachte daling van de risicopremie die beleggers op aandelen eisen. Dit zou kunnen voortkomen uit een (onvoorzien) betere toegang tot aandelenmarkt voor groter deel van de bevolking.<sup>3</sup> Een andere verklaring is dat beleggers dividendgroei hoger zijn gaan inschatten. Het optimisme over de nieuwe economie zou hieraan niet vreemd zijn. De moeilijkheid met beide verklaringen is dat beleggers verkeerde (irrationele) verwachtingen hanteren. Voor de termijn van enkele jaren klinkt dat aannemelijk maar voor een periode van een of twee decennia is dat toch twijfelachtig.

4. elementaire onzekerheid

Het verrassend hoge aandelenrendement schept onzekerheid over de waarde van macro-economisch risico. De oplossing voor de 'equity premium puzzle' is op dit moment niet binnen handbereik. De economische wetenschap weet de financiële markten niet volledig te doorgronden. Hierdoor blijft elementaire twijfel bestaan.

<sup>3</sup> Jagannathan, McGrattan en Scherbina (2001) en ook Fama en French (2001) maken dit punt aan de hand van (een variant op) de Gordon-formule.

## 5. de risicovrije rente

De risicovrije discontovoet bepaalt mede de risicopremie. In dit rapport wordt steeds de officieel voorgeschreven voet van 4% gehanteerd. In deze zin bestaat hierover geen onzekerheid. Echter, in de toekomst kan de officiële discontovoet veranderen. Zo is in het verleden de officiële discontovoet al verschillende keren gewijzigd. Bovendien is het historische reële rendement van staatsobligaties beduidend lager dan 4%.<sup>4</sup> Belangrijk is dat bij een verandering van de officiële discontovoet de samenhang met de risico-opslag niet uit het oog verloren wordt.<sup>5</sup>

De aandelenmarkt laat zien dat de prijs van macro-economisch risico verre van te verwaarlozen is. Informatie van deze markt impliceert een algemene risicopremie van 4,2%. Echter, de onzekerheid over de feitelijke prijs van macro-economisch risico is om een aantal redenen groot. Bijvoorbeeld, als ook de vooroorlogse periode van de vorige eeuw in de beschouwing wordt betrokken, daalt de risicopremie naar 1,6%. Vanwege de onzekerheid lijkt het verstandig om bij projectevaluatie de gevoeligheid van de uitkomsten voor de gehanteerde risicopremie inzichtelijk te maken. Hierbij kunnen 1,5 en 4,5% als onder- en bovengrens dienen. Voor een centrale waarde voor de risicopremie komt dan het gemiddelde van 3% in aanmerking.

*Voor de algemene risicopremie lijkt 3% een redelijke waarde. Dit ligt onder de premie die uit marktinformatie is af te leiden, maar om verschillende redenen kan deze iets te hoog zijn. Vanwege de onzekerheid over de correcte risicopremie moet een kosten-batenanalyse de gevoeligheid van de uitkomsten hiervoor duidelijk maken.*

<sup>4</sup> De studiegroep 'Heroverweging discontovoet' heeft als uitgangspunt de lange rente op de kapitaalmarkt in de periode 1972-1993 genomen. De stuurgroep becijfert ook dat de reële rente in de periode 1952-1993 2,73% is geweest. Cijfers van Eichholtz, Koedijk en Otten (2000) laten zien dat het reële rendement van (staats)obligaties over de hele vorige eeuw nog lager ligt: 1,28%.

<sup>5</sup> De algemene risicopremie  $\pi$  is in de hiervoor afgeleide vergelijking een functie van de risicovrije discontovoet  $\delta$ .



## 8 Risicowaardering bij kosten-batenanalyse: de HSL-Oost

### 8.1 Inleiding

De moeilijkheden bij risicowaardering van overheidsprojecten schuilen niet zozeer in het principe maar in de praktische uitvoering. Risicowaardering moet onder meer aandacht schenken aan macro-economische risico's: de systematische samenhang tussen (netto) projectopbrengsten en de inkomsten uit andere bronnen. Hoge projectopbrengsten zijn meer waard naarmate de inkomsten uit die andere bronnen lager zijn. Aan de praktische uitwerking van dit principe kleven echter wel moeilijkheden en onduidelijkheden. Met een cijfermatig, praktisch voorbeeld van risicoanalyse hopen we de moeilijkheden beter in kaart te brengen en onduidelijkheden weg te nemen. In het voorbeeld beperken we ons tot macro-economisch risico. Andere vormen van risico's, zoals veiligheid, blijven buiten beschouwing. Voor de cijfermatige werking van macro-economische risico zijn uit verschillende bronnen data verzameld. Deze data zijn vaak te grofmazig om de risico's van het voorbeeldproject adequaat in beeld te brengen. Hierdoor hebben de cijfers voornamelijk een illustratieve waarde. Om betere cijfers te verkrijgen, moet bij de start van een projectevaluatie duidelijk zijn welke gegevens voor een risicoanalyse noodzakelijk zijn en boven tafel moeten komen.

### 8.2 Voorbereidende stappen voor een risicoanalyse

Het voorbeeldproject betreft (de kosten-batenanalyse van) de HSL-Oost: infrastructuur voor een hogesnelheidstreinen tussen Amsterdam en Frankfurt.<sup>1</sup> Bij de kosten-batenanalyse zijn onder meer de volgende twee alternatieven vergeleken:

- nulalternatief  
hogesnelheidstreinen op de bestaande spoornetwerk met een snelheid van maximaal 140 kilometer per uur;
  - projectalternatief  
verdubbeling van het spoor tussen Utrecht en Arnhem waardoor hogesnelheidstreinen met maximale snelheid van 240 kilometer per uur kunnen rijden.
- Uit vergelijking van beide alternatieven zijn de effecten van het project af te leiden. We beperken ons hier tot een viertal directe economische effecten:
- Bouw- en onderhoudskosten  
De bouwkosten betreffen de verdubbeling van het spoor op het traject Utrecht-Arnhem, tot aan de Duitse grens. De bouw start in 2000 en is afgerond in 2007. De onderhoudskosten zijn een

<sup>1</sup> CPB (2000), Kosten-batenanalyse van HSL-Oost infrastructuur, Werkdocument 128

vast percentage van de totale bouwsom. Daarom zullen we in het vervolg beide tot een post samenvoegen.

- Exploitatiekosten

Deze kosten omvatten elektriciteit en andere intermediaire leveringen, personeel en investeringen in rijdend materieel.

- Exploitatieopbrengsten<sup>2</sup>

De hogesnelheidslijn komt in 2008 in gebruik en gaat vanaf dat jaar opbrengsten uit de verkoop van meer en duurder tickets genereren.

- Netto reizigersvoordelen

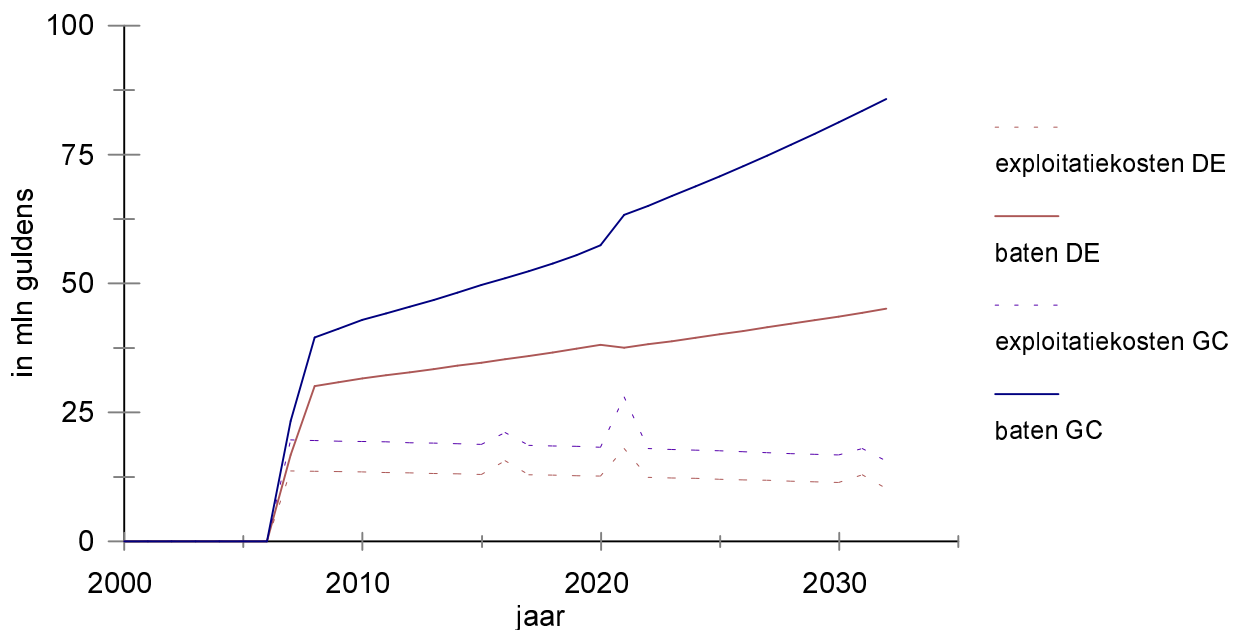
De HSL-Oost biedt de reizigers tijdwinst en meer comfort. Daar staat tegenover dat tickets duurder zijn. Per saldo resulteert een voordeel voor de reiziger. Bij het reizigersverkeer is het gebruikelijk om een onderscheid te maken tussen zakelijk en niet-zakelijk motieven. Dit onderscheid zullen we hier echter niet maken.

De kosten-batenanalyse van de HSL-Oost brengt onzekerheid door scenario's in beeld. Dit biedt al een aardig inzicht in het macro-economische risico dat met het project gemoeid is. Zo zijn de bouw- en onderhoudskosten onafhankelijk van het scenario; deze kosten hang niet af van later gebruik en zijn derhalve vast. Opvallend genoeg lijkt dit ook te gelden voor de exploitatiekosten. In Figuur 1 worden de geprojecteerde exploitatiekosten en de geprojecteerde baten (exploitatieopbrengsten en reizigersvoordelen) voor twee scenario's in beeld gebracht. De twee scenario's, 'Divided Europe' en 'Global Competition', verschillen sterk in het tempo van economische groei, en laten dus ook een sterk verschillende groei van de vraag naar projectdiensten zien. Bij de baten komt dit duidelijk tot uitdrukking. In 'Global Competition' zijn de baten bij aanvang van het project hoger dan in 'Divided Europe'. Daarna loopt dit verschil alleen maar op. Bij de exploitatiekosten is dit niet het geval. De kosten zijn in 'Global Competition' hoger dan 'Divided Europe', maar het geprojecteerde verschil blijft nagenoeg constant. Er lijkt derhalve geen systematische verband te bestaan tussen de exploitatiekosten en het nationaal inkomen.

<sup>2</sup> De verkoop van tickets roomt de exploitant het (tijds)voordeel van reizigers af. Strict genomen zullen exploitatieopbrengsten en de reizigersvoordelen eenzelfde maatschappelijk risico kennen en zouden deze batenstromen samengevoegd moeten worden. Als het macro-economische risico van beide batenstromen verschilt, duidt dit op een herverdeling van risico tussen exploitant en gebruiker. Om verschillende aanpak en waardering voor verschillende (baten)stromen te illustreren, wordt er hier toch een onderscheid gemaakt.

**Figuur 8.1** Exploitatiekosten en baten in 'Global Competition'(GC) en 'Divided Europe' (DE)

Onder baten vallen exploitatieopbrengsten en netto reizigersvoordelen



Bron: CPB

#### Historische reeksen voor relevante variabelen in de kosten-batenanalyse

De variabelen in de kosten-batenanalyse zijn met onzekerheid omgeven. Hier staat de samenhang met macro-economische grootheden centraal. Om deze samenhang te ontdekken, kunnen onder meer historische gegevens voor de verschillende projectvariabelen gebruikt worden. Hierbij wordt elke variabele opgevat als het product van prijs en volume. Bijvoorbeeld, de exploitatieopbrengst is het product van het aantal reizigers en de gemiddelde prijs per reiziger. Helaas ontbreken ons in deze exercitie gedetailleerde gegevens (in de vorm van tijdreeksen) over de relevante variabelen en zullen we moeten volstaan met soms wat grove benaderingen voor die variabelen.

Van jaar op jaar hangen de projectkosten niet samen met de afzet van projectdiensten. Toch kan met deze kosten een macro-economisch risico gemoeid zijn omdat de prijs niet van tevoren vaststaat. In de nationale boekhouding vallen de bouwwerkzaamheden onder investeringen in grond-, weg-, en waterbouw. De prijs van deze investeringen is dus een goede indicatie voor de prijs van de bouw en het onderhoud. Voor de exploitatiekosten is een prijsindex geconstrueerd. Daar historische gegevens over de spoorwegen ontbreken, is gebruik gemaakt van gegevens voor de sector openbaar vervoer. De geconstrueerde prijs is een gewogen gemiddelde van lonen en

prijzen van intermediaire leveringen in deze sector. Prijzen van rijdend materieel ontbreken derhalve.

Bij de baten is de afzet duidelijk wel van belang. Een gedetailleerde analyse voor de exploitatieopbrengsten zou gebruik maken van marktgegevens over het binnenlands treinverkeer op het traject Amsterdam-Arnhem en het internationale treinverkeer op het traject Amsterdam-Frankfurt. Hierbij zou tevens een onderscheid tussen reizen met een zakelijk en een niet-zakelijk motief relevant zijn. Een dergelijke analyse ligt hier niet binnen de mogelijkheden. Als benadering voor de relevante markt dient het internationale treinverkeer (in Nederland), gemeten in reizigerskilometers. Dit omvat het treinverkeer naar Frankfurt maar ook naar Berlijn en Parijs. De bijbehorende prijs per reizigerskilometer is af te leiden door gegevens over omzet en volume te combineren.

De reizigersvoordelen zijn ook op te vatten het product van volume en prijs. De maatschappelijk winst wordt bepaald door het totale aantal reizigers en de waarde die deze reizigers gemiddeld aan tijdwinst en hoger comfort toekennen. Een indicatie voor het totale aantal reizigers wordt wederom ontleend aan het internationale treinverkeer in reizigerskilometers. De waardering van tijd (en comfort) hangt sterk samen met de loonvoet. Meer specifiek, we gebruiken de lonen in de marktsector. (Loonkosten zou een goede maat voor de tijdwaardering bij reizen met een zakelijk motief en het besteedbaar loon zou een goede maat bij reizen met een niet-zakelijk motief. Het bruto loon houdt het midden tussen beide maten.)

Tabel 1 geeft een overzicht van de gebruikte gegevens. Alle prijzen en lonen zijn gedefleerd met de consumentenprijsindex.

Tabel 8.1      Overzicht van de gebruikte historische reeksen			
	prijs		volume
Bouw & onderhoud	reële prijs van investeringen in grond- weg- en waterbouw		-
Exploitatiekosten	reële prijs van intermediaire leveringen en lonen in openbaar vervoer		-
Exploitatieopbrengsten	reële prijs van internationaal trein-verkeer per reizigerskilometer	internationaal treinverkeer in reizigerskilometers	
Netto reizigers-voordelen	reële loonvoet in de marktsector	internationaal treinverkeer in reizigerskilometers	

### Van kasstromen naar vermogenstitels

Om de stochastische, systematische samenhang tussen de relevante variabelen in de kosten-batenanalyse en macro-economische grootheden bloot te leggen, zijn historische reeksen voor

de relevante variabelen bij elkaar gezocht. De volgende stap is om de precieze vorm van de samenhang te definiëren. Eerst zullen we laten zien dat onverwachte verandering in een projectvariabele is op te vatten als een onverwachte verandering in het rendement van die projectvariabele. Daarna kunnen de formules voor macro-economische risico eenvoudig uit de bestaande (financierings)literatuur gehaald worden.

Opbrengsten of kosten van een project op willekeurig tijdstip  $t+1$  worden gezien als een stochastische uitbetaling,  $D_{t+1}$ . Voorstelbaar is een (verhandelbare) vermogenstitel die deze uitbetaling biedt. Een onverwachte verandering in het rendement van deze vermogenstitel komt overeen met een onverwachte verandering in de projectopbrengst (zie paragraaf 8.6 voor een meer gedetailleerde uitleg),

$$r_{t+1} - r_{t+1}^e \approx d_{t+1} - d_{t+1}^e, \quad (8.1)$$

waarbij  $\ln D = d$ . De verwachte (project)uitbetaling wordt benaderd door

$$d_{t+1}^e = d_t + g^e, \quad (8.2)$$

waarbij  $g^e$  de verwachte, trendmatige groei van de uitbetaling is. In de tijdreeksanalyse is de verwachte groei gelijk aan de gemiddelde groei in de steekproefperiode. Hiermee zijn onverwachte veranderingen in rendement herleidt tot observeerbare schokken in de groei van de uitbetaling,

$$r_{t+1} - r_{t+1}^e \approx d_{t+1} - d_t - g^e. \quad (8.3)$$

Een andere benadering van verwachtingen zal later nog aan de orde komen.

### Macro-economisch risico: consumptie of inkomen

Onvoorziene schokken in projectopbrengsten (of -kosten) op een willekeurig tijdstip zijn op te vatten als een onverwachte verandering in rendement en vervolgens te herleiden tot een onverwachte groei van de opbrengsten (of kosten). Dit biedt de mogelijkheid om de gebruikelijke formules voor de waardering van macro-economisch risico uit de bestaande literatuur toe te passen.

In een welvaartstheoretische benadering staat de samenhang tussen projectopbrengsten en consumptie centraal. Meer specifiek, de risicopremie voor projectopbrengsten – het verschil tussen het (vereiste) rendement  $r$  en de risicovrije rente  $\delta$  – is het product van een algemene risicopremie  $\pi$  en specifieke beta, die een maat is voor de covariantie van het rendement op projectopbrengsten en de groei van consumptie

$$r - \delta = \beta_c^r \pi, \quad \beta_c^r = \frac{\text{cov}(r, c - c_{-1})}{\text{var}(c - c_{-1})},$$

waarbij  $c$  de log van consumptie per capita is.

In de financieringsliteratuur wordt een iets andere definitie van de beta gebruikt. De parameter  $\beta$  is in die literatuur een maat voor de systematische samenhang tussen het rendement van een project(variabele) en dat van een portefeuille. Hierbij wordt voor de portefeuille de verzameling van vermogenstitels op de aandelenmarkt genomen. Vanuit het een nationaal perspectief ligt dat echter niet voor de hand. Voor een land zijn dividenduitkeringen en koerswinsten niet de enige bron van inkomen. Ook huidig en toekomstig inkomen uit arbeid moet meetellen. Daarom wordt hier het bruto binnenlands product centraal gesteld. Onverwachte veranderingen van het portefeuille-rendement worden benaderd door onverwachte veranderingen in de groei van het BBP,

$$r - \delta = \beta_y^r \pi, \quad \beta_y^r = \frac{\text{cov}(r, y - y_{-1})}{\text{var}(y - y_{-1})}.$$

Deze definitie van de beta biedt het voordeel dat de beta uit reeds bestaande verkeers- en vervoersmodellen te herleiden is. In die modellen is het binnenlands product vaak een drijvende kracht achter de marktvraag. In de volgende paragraaf zullen we beide definities van de beta naast elkaar gebruiken.

Het hoofdrapport kent aan de algemene risicopremie een centrale waarde van 3 procentpunten toe. De berekeningen in de volgende paragraaf zijn met die waarde van de risicopremie uitgevoerd. Onzekerheid over de algemene risicopremie dient bij projectevaluaties tot uitdrukking te komen door berekeningen ook met andere waarden van de risicopremie uit te voeren: 1,5 en 4,5 procentpunten. Een dergelijke gevoeligheidsanalyse blijft hier echter achterwege.

### 8.3 Macro-economisch risico bij de HSL-Oost

Door gebruik te maken van tijdreeksen kan de samenhang tussen de projectvariabelen en macro-economische grootheden in beeld komen. In tabel 8.2 staan voor verschillende variabelen de gevonden beta's, die de stochastische samenhang weergeven tussen deze variabelen en consumptie dan wel productie per hoofd van de bevolking. Hierbij is steeds een uitsplitsing naar prijs en volume gemaakt. Bij aanname hangen de kosten niet samen met de afzet van projectdiensten.

**Tabel 8.2** Beta's voor projectvariabelen

voor heteroscedasticiteit gecorrigeerde standaarddeviatie tussen haakjes

	(groei van) per capita consumptie		(groei van) per capita BBP	
	prijs	volume	prijs	volume
Bouw & onderhoud	0,134 (0,265)	-	-0,007 (0,367)	-
Exploitatiekosten	-0,201 (0,328)	-	0,515 (0,388)	-
Exploitatieopbrengsten	-0,048 (0,367)	0,939 (0,554)	-0,391 (0,402)	1,042 (0,718)
Netto reizigers-voordelen	0,903 (0,302)	0,939 (0,554)	0,915 (0,384)	1,042 (0,718)

Uit de eerste twee kolommen met beta's blijkt dat de kosten van het project nauwelijks een macro-economisch risico kennen. Niet alleen de volume-component maar ook de prijs-component vertoont geen samenhang met de groei van consumptie. Dit geldt duidelijk niet voor de opbrengsten. Voor de afzet van projectdiensten is de covariantie relatief belangrijk. Bij de netto reizigersvoordelen is het macro-economische risico het grootst; niet alleen de afzet maar ook de tijdwaardering laat een positief verband met consumptie zien.

Het beeld van macro-economisch projectrisico blijft in grote lijnen ongewijzigd als niet de samenhang met consumptie maar met het BBP wordt bekeken. Nog steeds geldt dat bij de kosten risico's relatief gering zijn en bij de baten relatief hoog. Verschillen treden wel op bij de beta's voor de prijzen van exploitatiekosten en -opbrengsten.

### Risicopremies

De gevonden beta's dienen om aan elke projectvariabele een risicopremie toe te kennen. In tabel 8.4 wordt aan de algemene risicopremie een waarde van drie procentpunten toegekend.

**Tabel 8.3** Risicopremies (in procentpunten)

	consumptie	productie
Bouw & onderhoud	0,4	0
Exploitatiekosten	-0,6	0,5
Exploitatieopbrengsten	2,7	2
Netto reizigersvoordelen	5,5	5,9

Voor de exploitatiekosten maakt de samenhang tussen consumptie of BBP een duidelijk verschil, een risicopremie van -0,6% of 0,5%. Bij andere posten zijn de (absolute) verschillen veel kleiner.

#### Gevolgen voor netto contante waarde

Risicopremie betekent dat de discontovoeten niet de gebruikelijke waarde van 4% hebben en niet voor elke kosten- of batenpost hetzelfde zijn. Vanzelfsprekend verandert dan ook de netto contante waarde van de verschillende posten. Tabel 8.4 laat de gevolgen zien door de netto contante waarde met en zonder risicopremie te vergelijken.<sup>3</sup>

<b>Tabel 8.4      Netto contant waarde met risicopremies</b>		
% van oorspronkelijke netto contante waarde in 'global competition'		
	consumptie	productie
<i>bij een gelijkblijvende tijdshorizon</i>		
Bouw & onderhoud	98,3	100
Exploitatiekosten	106,7	85
Exploitatieopbrengsten	74,6	80,2
Netto reizigersvoordelen	53,1	51,1
(Negatieve) saldo	102,8	103,5
<i>bij een 20 jaar langere tijdshorizon</i>		
Bouw & onderhoud	104,2	107
Exploitatiekosten	133,8	98,1
Exploitatieopbrengsten	91,7	101,7
Netto reizigersvoordelen	67,5	63,8
(Negatieve) saldo	108,4	109,5

Tabel 8.4 bevestigt het beeld dat de berekeningen van de kosten nauwelijks door de risicoanalyse veranderen. De risicopremies zijn vrij laag. Bovendien zijn de bouwkosten relatief ongevoelig voor wijzigingen in de discontovoet, omdat deze kosten aan het begin van de projectperiode vallen. De netto contante waarde van de baten gaat daarentegen door de risicopremies omlaag. Dit moet niet de indruk wekken dat risicowaardering onvermijdelijk de contante waarde van het

<sup>3</sup> Hierbij is voor de exploitatiekosten, exploitatieopbrengsten en de reizigersvoordelen tot het moment van ingebruikname de risicovrije discontovoet gehanteerd.

gehele project verlaagt. In de kosten-batenanalyse is de tijdshorizon beperkt (tot 32 jaar). Een van de redenen is het ontbreken van risicowaardering geweest. Bij een risicoanalyse komt deze reden te vervallen en kan in principe een langere tijdshorizon in beschouwing worden genomen. In de tabel staan ook de uitkomsten bij een 20 jaar langere tijdshorizon. Hiervoor zijn de kasstromen eenvoudigweg geëxtrapoleerd. De langere tijdshorizon leidt tot hogere baten als ook tot hogere kosten. Met name de netto reizigersvoordelen, groeien in 'Global Competition' vrij snel, met zo'n 3½% per jaar. Door langere tijdshorizon is er een toename van de netto contante waarde maar deze toename blijft door de hoge risicopremie beperkt.

In alle gevallen wordt de saldo nog negatiever. Daar de kosten de baten ver overtreffen zijn veranderingen in het saldo nagenoeg toe te schrijven aan veranderingen in de kosten. Onvermijdelijk nemen bij een langere tijdshorizon de kosten toe en wordt het saldo negatiever.

De specifieke risicopremies voor specifieke stromen ontnemen het zicht op de risicopremie voor saldi van die stromen. De impliciete premie voor het saldo van exploitatiekosten en -opbrengsten en de reizigersvoordelen bedraagt uitgaande van inkomensbeta's 7% en uitgaande van consumptiebeta's 8,5%. Aan de waarde van deze impliciete premies moet niet veel waarde gehecht worden omdat de gebruikte gegevens misschien niet altijd even accuraat zijn. Belangrijk is echter de vaststelling dat de impliciete premie voor het saldo hoger ligt dan premies voor de drie afzonderlijke stromen. De reden hiervoor is in het hoofdrapport al uitgelegd: in deze analyse zijn de kosten gedeeltelijk vast (de beta van de exploitatiekosten is hooguit een half), zodat het saldo grote uitslagen te zien kan geven en dus in hoge mate riskant is.

## 8.4 Aandachtspunten bij een risicoanalyse

Het voorbeeld is bedoeld om de mogelijkheden van risicoanalyse te illustreren. Tegelijkertijd geeft het ook zicht op de praktische moeilijkheden die hiermee gepaard zullen gaan. Een eerste aandachtspunt is de maat van risico. Deze kan gebaseerd zijn op samenhang met consumptie (per capita) of op samenhang met BBP. Beide benaderingen laten verschillen zien, hoewel deze verschillen naar verwachting vaak niet groot zullen zijn.<sup>4</sup>

Een tweede aandachtspunt is variatie in de maat voor risico over de tijd. Uit de financieringsliteratuur is bekend dat  $\beta$ 's niet in de tijd constant zijn. Daarnaast bestaat de mogelijkheid dat een structurele verandering in de economie kan leiden tot een permanente wijziging in een  $\beta$ . Schommelingen en trendmatige veranderingen introduceren onzekerheid maar dit staat risicoanalyse in principe niet in de weg. Zo gelden in de financieringsliteratuur

<sup>4</sup> Voor het BBP zijn nog alternatieven aan te dragen. Reëel nationaal inkomen is een van die alternatieven. Een probleem bij reëel nationaal inkomen is dat deze door veranderingen in de dollarkoers aan sterke, niet-bestendige schokken onderhevig is.

$\beta$ 's nog steeds als uitgangspunt. Wel moet een risicoanalyse expliciet met deze onzekerheid rekening houden. Dit kan door te werken met betrouwbaarheidsintervallen voor de  $\beta$ 's en door te toetsen op structurele veranderingen in deze parameters.

Een derde aandachtspunt is natuurlijk de prijs voor risico. De analyse kan de gevoeligheid van de uitkomsten voor andere waarden van de algemene risicopremie laten zien. Hiervoor zijn 1,5% en 4,5% de onder- en bovengrens.

Een laatste punt betreft de modelering van de verwachtingen. Tot dusver is een zeer eenvoudig schema voor verwachtingen gehanteerd. Een meer expliciete, structurele modelering lijkt vruchtbaar. Dit kan de uitkomsten van de risicoanalyse sterk verbeteren. We zullen dit kort proberen uit te leggen alvorens we naar de conclusies van dit stuk gaan.

### Modelering van verwachtingen

Eerder is voor een willekeurig periode een onverwachte verandering in rendement gelijkgesteld aan een onvoorziene verandering in een kasstroom. Hierbij is voorbijgegaan aan de mogelijkheid dat verwachtingen over kasstromen in latere perioden veranderen. In het veel voorkomende geval van autocorrelatie is deze mogelijkheid al reëel: een verandering in een periode zal ook in daaropvolgende perioden merkbaar zijn. Om met herziening van verwachtingen rekening te houden, moeten we de vergelijking voor een onverwachte verandering in rendement uitbreiden,<sup>5</sup>

$$r_{t+1} - E_t r_{t+1} \approx (1-\lambda) \sum_{i=0}^{\infty} \lambda^i (E_{t+1} d_{t+1+i} - E_t d_{t+1+i}), \quad (8.5)$$

waarbij een expliciet onderscheid bestaat tussen verwachtingen op tijdstippen  $t+1$  en  $t$ . De discontovoet  $\lambda$  is gelijk de het constante, voor groei van de uitbetaling gecorrigeerde rendement, en gemakshalve is een oneindige tijdshorizon gekozen.<sup>6</sup> Deze vergelijking relateert rendement aan een onverwachte schok in de kasstroom in periode  $t+1$  maar ook aan een daarmee samenhangende herziening van kasstromen in latere perioden.

Bij wijze van voorbeeld schenken we hier alleen aandacht aan het verband tussen de internationaal treinverkeer in reizigerskilometers, de maat voor volume in deze risicoanalyse, en het BBP (V respectievelijk Y). Eerder zijn voor beide variabelen de volgende vergelijkingen gebruikt:

$$\begin{aligned} v_{t+1} &= E_t v_{t+1} + \epsilon_{v,t+1} = v_t + g_v + \epsilon_{v,t+1}; \\ y_{t+1} &= E_t y_{t+1} + \epsilon_{y,t+1} = y_t + g_y + \epsilon_{y,t+1}. \end{aligned}$$

<sup>5</sup> Zie Baxter, M., U.J. Jermann en R.G. King (1998), Synthetic Returns on NIPA Assets: an international comparison, *European Economic Review*, 42, 1141-1172

<sup>6</sup> De bouwkosten kennen geen trendmatige groei. Voor deze kosten is de benadering voor rendement mogelijk niet gelukkig. Dit verdient nadere aandacht.

waarbij  $E_t \epsilon_{v,t+1} = E_t \epsilon_{y,t+1} = 0$  terwijl op tijdstip  $t+1$  de realisaties voor  $\epsilon_{v,t+1}$  en  $\epsilon_{y,t+1}$  bekend zijn. Invullen van deze realisaties in de nieuwe, uitgebreide vergelijking voor rendement geeft hetzelfde resultaat als de oude vergelijking.

Het verwachtingenschema voor  $y_{t+1}$  blijft onveranderd maar die voor het volume ondergaat wijzigingen. Zonder formele toetsen voor cointegratie te bekijken, lijken  $v$  en  $y$  een gemeenschappelijke trend hebben. Dat betekent dat de verhouding tussen beide variabelen  $v-y$  stationair zal zijn. Derhalve is de volgende vergelijking voor  $v-y$  geschat,

$$v_t - y_t = -0,13 + 1,194 \Delta y_{t-1} + 0,620(v_{t-1} - y_{t-1}) + \epsilon_{v-y,t} \\ 0 \quad -0,7 \quad -0,092$$

Deze geschatte vergelijking kan dienen om de verwachtingen over  $v$  voor perioden  $t+1$  en later te modelleren. Duidelijk is dat een schok in  $t$  ook in latere perioden nog merkbaar is. Ten eerste zal een schok in  $y$  op periode  $t$  de verwachte waarde voor  $v-y$  in periode  $t+2$  veranderen. Ten tweede zal naar verwachting het verschil tussen  $v$  en  $y$  langzaam afnemen, tot een evenwichtswaarde voor  $V/Y$  bereikt is. Ten derde zal een schok in  $y$  eveneens een schok in  $v$  betekenen.

Uitgaande van het nieuwe verwachtingenschema komt een sterk(er) verband tussen de maat voor volume en BBP naar voren. Tabel 8.5 laat onderlinge correlaties zien.

<b>Tabel 8.5 Correlatiecoëfficiënten voor verschillende rendementsvariabelen</b>				
	$r_y (= \epsilon_y)$	$r_v - \text{oud} (= \epsilon_v)$	$r_{v-y}$	$r_v - \text{nieuw}$
$r_y (= \epsilon_y)$	1	0,406	0,358	0,955
$r_v - \text{oud} (= \epsilon_v)$		1	0,826	0,605
$r_{v-y}$			1	0,62
$r_v - \text{nieuw}$				1

De correlatiecoëfficiënt tussen de groeivoeten voor volume en BBP ( $r_v$  en  $r_y$ ) is niet bijzonder hoog, 0,406. De coëfficiënten voor  $r_y$  en  $r_{v-y}$  zijn ongeveer even groot. Als echter met de directe relatie tussen  $v$  en  $y$  rekening gehouden wordt, schiet de correlatiecoëfficiënt omhoog: voor  $r_y$  en  $r_v$  is deze coëfficiënt 0,955. Door macro-economische, modeleerbare verbanden tussen projectvariabelen en macro-economisch grootheden te onderkennen, kunnen de uitkomsten risicoanalyse veranderen en verbeteren. In Tabel 8.6 komt dit tot uitdrukking. In de nieuwe methode ligt de  $\beta$  iets hoger dan in de oude methode, 1,13 tegen 1,04. De risicopremie verschilt overeenkomstig. Niet alleen de waarde van de  $\beta$  maar ook de standaardfout ervan is in de nieuwe methode anders dan in de oude. De tabel laat duidelijk zien dat de onzekerheid over de waarde van  $\beta$  aanzienlijk afneemt. Daarin schuilt grotendeels de winst van de nieuwe methode.

<b>Tabel 8.6 Risicomaat en -premie volgens oude en nieuwe methode</b> alleen voor de volume-maat van exploitatieopbrengsten		
	oud	nieuw
beta	1,042	1,136
	-0,718	-0,079
risicopremie ( $\pi=3\%$ )	3,1%	3,4%

## 8.5 Conclusies

Het voorbeeld van de HSL Oost laat zien dat een risicoanalyse mogelijk en zinvol is. Bij de uitvoering van de analyse zullen praktische moeilijkheden naar voren komen. Deze moeilijkheden zullen elementen van onzekerheid introduceren. Bij de presentatie van de analyse zal deze onzekerheid op doorzichtige manier in beeld gebracht moeten worden.

Het grote voordeel van een risicoanalyse is dat de samenhang van projectkosten en -baten met macro-economische grootheden, en dus met andere projecten, inzichtelijk wordt. Bovendien valt aan macro-economisch risico een prijs toe te kennen. Dit past uitstekend in de systematiek van de kosten-batenanalyse en voorkomt een vrije willekeurige en discutabele begrenzing van de tijdshorizon.

In het voorbeeld van de HSL Oost lijken de kosten weinig macro-economische risico's te herbergen en de baten veel. Voor infrastructuurprojecten zou dit beeld wel eens algemener van toepassing kunnen zijn. Om bij infrastructuurprojecten een adequate risicoanalyse te verrichten, moet deze met de algemene kosten-batenanalyse verweven zijn. Er zijn gedetailleerde gegevens over project nodig. Verder worden in een kosten-batenanalyse verbanden tussen projectvariabelen en macro-economische grootheden en tussen projectvariabelen onderling gelegd die eveneens voor een risicoanalyse van groot belang zijn.

## 8.6 Van kasstromen naar vermogenstitels: gedetailleerde uitleg

Opbrengsten of kosten van een project op willekeurig tijdstip  $t+1$  worden gezien als een stochastische uitbetaling,  $D_{t+1}$ . Voorstelbaar is een (verhandelbare) vermogenstitel die deze uitbetaling biedt. De (markt)waarde van deze vermogenstitel op tijdstip  $t$  is  $P_t$ . Deze prijs moet zodanig zijn dat investeren in deze vermogenstitel op tijdstip  $t$  met een onzekere uitbetaling op tijdstip  $t+1$  de investeerder naar verwachting voldoende rendement biedt,

$$1 + r_{t+1}^e = \frac{D_{t+1}^e}{P_t}, \quad (8.6)$$

waar  $r_{t+1}^e$  het verwachte rendement en  $D_{t+1}^e$  de verwachte uitbetaling. Let wel, de prijs van deze vermogenstitel kan zowel positief als negatief zijn. Het feitelijk rendement wordt bepaald door de gerealiseerde uitbetaling,

$$1 + r_{t+1} = \frac{D_{t+1}}{P_t}, \quad (8.7)$$

waarbij  $r_{t+1}$  het gerealiseerde rendement is. Een onverwachte verandering in het rendement komt derhalve overeen met een onverwachte verandering in de (project)opbrengst,

$$r_{t+1} - r_{t+1}^e \approx d_{t+1} - d_{t+1}^e, \quad (8.8)$$

waarbij  $\ln D = d$ . De verwachte (project)uitbetaling wordt benaderd door

$$d_{t+1}^e = d_t + g^e, \quad (8.9)$$

waarbij  $g^e$  de verwachte, trendmatige groei van de uitbetaling is. In de tijdreeksanalyse is de verwachte groei gelijk aan de gemiddelde groei in de steekproefperiode. Hiermee zijn onverwachte veranderingen in rendement te herleiden tot observeerbare schokken in de groei van de uitbetaling,

$$r_{t+1} - r_{t+1}^e \approx d_{t+1} - d_t - g^e. \quad (8.10)$$



## 9 Risicowaardering bij PPS: een voorbeeld

### 9.1 Inleiding

Dit rapport bespreekt risicowaardering vooral in de context van een maatschappelijke kosten-baten -analyse. Kenmerkend hiervoor is dat niet alleen de direct meetbare kosten en baten van een project in beeld komen, maar ook andere voor- en nadelen waaraan geen financiële stromen verbonden zijn. Een voorbeeld is de waardering van bespaarde reistijd. Een ander voorbeeld is de waardering van milieu-effecten. Een analyse van maatschappelijke kosten en baten heeft een grotere reikwijdte dan een analyse van publiek-private samenwerking (PPS): meer posten worden beschouwing genomen. Tegelijkertijd is kosten-batenanalyse minder specifiek over financiële stromen dan een PPS-analyse: de financiële stromen, en de daarmee verbonden risico's, worden minder gedetailleerd, grofmaziger behandeld.

Van belang is zich te realiseren dat bij een kosten-batenanalyse geen rekening wordt gehouden met de wijze waarop het project wordt uitgevoerd. In die zin maakt het voor de uitkomsten ervan niet uit of het project volledig langs publieke weg tot stand komt of door een publiek-private samenwerking vorm krijgt. Uitzonderingen op deze stelling zijn overigens die projecten waarbij door private betrokkenheid de scope van het project wezenlijk verandert.

De implicatie is dat een kosten-batenanalyse ook voorbijgaat aan de optimalisering van risicoallocatie die juist essentieel is voor een geslaagde PPS. Deze risicoallocatie weerspiegelt de waardering die publieke en private partijen aan specifieke projectrisico's geven.

In de volgende paragrafen zal nader worden ingegaan op de wijze waarop bij de uitwerking van PPS-vormen voor concrete projecten met risicowaardering en -allocatie wordt omgegaan.

### 9.2 Vergelijking van publieke en publiek-private uitvoering

Een rationale keuze tussen publiek en publiek-private uitvoering van een project is alleen mogelijk als de voor- en nadelen in financiële, bestuurlijke en maatschappelijke zin goed met elkaar te vergelijken zijn. Zo is het van groot belang dat vanaf het begin van het PPS-proces duidelijkheid bestaat over de publieke randvoorwaarden die door de overheid aan een PPS-project worden gesteld. Welke beleidsmatige randvoorwaarden worden gesteld? Welke vrijheid krijgt een marktpartij om het bedrijfseconomische rendement te optimaliseren? Al dit soort factoren zijn bepalend voor de verwachte kosten en opbrengsten voor een private partij, en voor de risico's die voor die partij daarmee gemoeid zijn.

Voor de overheid is het evenzeer van belang een goed beeld te hebben van de kosten,

opbrengsten en risico's die verbonden zijn aan uitvoering van een project. De overheid moet beschikken over een integraal beeld van een referentievariant voor het project, waarin zij het project volledig zelf realiseert. Tot dat integrale beeld behoren niet alleen de directe kosten en opbrengsten, maar ook een inschatting van de op geld gewaardeerde risico's bij publieke uitvoering. Op basis hiervan kan worden vergeleken hoe kosten, baten en risico's bij publieke en PPS-uitvoering zich tot elkaar verhouden, en op welke wijze tot een optimale risico-allocatie tussen partijen kan worden gekomen. Grondgedachte daarbij is dat partijen de verschillende risico's die aan een project zijn verbonden verschillend waarderen. Dit hangt enerzijds samen met verschillende mogelijkheden die partijen hebben om deze risico's te beheersen en/of te diversificeren.

Met dit doel is door de overheid de zgn. Public Sector Comparator (PSC) ontwikkeld. Essentieel is dat bij het opstellen van de PSC de kosten, opbrengsten en risico's van de publieke variant zo goed mogelijk worden inschat. De publieke variant moet gebaseerd zijn op dezelfde scope, specificaties en looptijd als de PPS-variant.

Bij het opstellen van de PSC vindt een inventarisatie en waardering plaats van alle risico's gedurende de gehele looptijd van het project. Het gaat het dus niet alleen om de risico's tijdens de bouwfase, maar ook tijdens de exploitatiefase. In de risicoanalyse wordt een onderscheid gemaakt tussen de verschillende soorten risico's.

#### *Pure risico's*

Pure risico's zijn bijzondere gebeurtenissen tijdens de levensduur van een project, die van negatieve invloed zijn op de verwachte waarde van de kosten en de opbrengsten. Voorbeelden zijn onder meer het optreden van slecht weer, waardoor de bouw vertraging oploopt, meerkosten door het gebruiken van nieuwe technieken, de ontdekking van archeologische vindplaatsen e.d.

De waarde van een puur risico is gelijk aan het product van de kans op schade en de omvang van de schade. Deze waarde wordt opgenomen in de kasstromen van het project.

#### *Spreidingsrisico's*

Spreidingsrisico's zijn onzekerheden rondom de verwachtingswaarde van de kosten en opbrengsten (inclusief de pure risico's).

Spreidingsrisico's kunnen worden gesplitst in diversificeerbare en niet-diversificeerbare risico's. De waarde van diversificeerbare risico's is nihil, mits de risico's goed gespreid zijn. Spreiding kan plaatsvinden door het project gelijktijdig uit te voeren met andersoortige projecten, die een tegengesteld risicoprofiel hebben. Tegenvallers bij het ene project kunnen dan worden gecompenseerd door meevallers bij andere. Bij infrastructuurprojecten wordt in

Meerjarenprogramma Infrastructuur (MIT) risico's gedeeltelijk gespreid.

Van niet-diversificeerbare risico's is sprake als de spreidingsrisico's niet volledig ondervangen kunnen worden door de samenstelling van een brede portefeuille van investering en beleggingen. Deze risico's hebben te maken met macro-economische en andere zgn. marktgerelateerde factoren.

De waarde van een niet diversificeerbaar of macro-economisch spreidingsrisico kan worden opgenomen in de kasstromen van het project. Een praktisch alternatief is het hanteren van een risico-opslag op de risicovrije disconteringsvoet.

In beginsel kan directe waardering van risico's in kasstromen equivalent zijn met hantering van de risico-opslagmethode. In de marktsector is het vrij gebruikelijk om op de risico-vrije discontovoet een risico-opslag te zetten, die een 'catch-all' vertegenwoordigt van alle risico's, die niet in de kosten-batenopstelling zijn meegenomen. De omvang van deze risico-opslag kan langs een aantal wegen worden berekend:

- De benchmarkmethode, waarbij een vergelijkbaar project wordt gezocht, en bekeken wordt welke risicopremie de markt daarbij heeft gebruikt.
- De vermogenskostenmethode, waarbij de gemiddelde vermogenskostenvoet op de (relevante delen van) de kapitaalmarkt wordt berekend.

Beide methodes kunnen elkaar aanvullen. Een belangrijke beperking van beide methodes is vooral gelegen in het feit dat het hier om geaggregeerde risico-opslagen gaat, waarvan niet duidelijk is in welke mate deze volledig toepasbaar zijn op het betrokken project.

### 9.3 Risicowaardering en risicoallocatie

Voor de overheid treedt nu het probleem op hoe deze risicowaardering door marktpartijen voor een project te vergelijken met de risicowaardering voor het project, indien het langs publieke weg zou worden gerealiseerd. Dit probleem kent twee dimensies:

- In hoeverre komt de waardering die de overheid toekent aan de verschillende risico's overeen met die van de markt?
- In hoeverre is de overheid bereid zelf risico's te lopen, dan wel deze af te kopen door zich ervoor te verzekeren c.q. anderszins over te dragen aan marktpartijen?

Voor de beantwoording van de eerste vraag is het noodzakelijk dat zowel de overheid als de marktpartijen bereid en in staat zijn om de individuele risico's concreet te benoemen en te

beprijzen. Een globale risicowaardering voor een geaggregeerd totaal aan (veelal niet individueel benoemde) risico's volstaat in dit stadium van de besluitvorming over een project niet meer, in tegenstelling tot bij een MKBA, die vooral in de beginfase van het proces (de beantwoording van de nut/noodzaak vraag) een globaler karakter heeft. De overheid zal bij haar beprijzing van de individuele risico's uiteraard gebruik maken van alle - zoveel mogelijk geobjectiveerde - gegevens die daarvoor bruikbaar zijn, waaronder ook begrepen de marktprijzen die voor bepaalde risico's mogelijk beschikbaar zijn. Het is echter de afweging van de overheid of zij deze marktprijzen onverkort wenst over te nemen, of dat zij daarvan afwijkt. Redenen voor de overheid om van de marktprijzen af te wijken kunnen onder meer zijn: verstoringen door onvoldoende marktwerking en verschillen in risicoperceptie door asymmetrische informatie.

De tweede vraag is - naast de waardering van de risico's - zowel principieel als praktisch van groot belang. In de huidige praktijk bij publieke uitvoering van infrastructuurprojecten bevatten de ramingen weliswaar een stelpost voor 'onvoorzien', maar er is geen sprake van een volledige beprijzing van alle risico's. Zo bevatten de op de begroting opgenomen ramingen geen reservering die de waarde van alle marktgerelateerde spreidingsrisico's vertegenwoordigt. Indien in het kader van een PPS-project een dergelijke beprijzing wel zou plaatsvinden treedt een divergentie op tussen de PSC-waarde en het op de begroting opgenomen bedrag. Blijkt vervolgens dat een PPS-bieding onder het niveau van deze PSC uitkomt, en wordt vervolgens besloten het project als PPS uit te voeren, dan kan dit - tenzij er sprake is van een voldoende grote efficiencywinst bij PPS-uitvoering - leiden tot een budgettair probleem: Immers, de kosten van het PPS-project kunnen weliswaar onder de PSC, maar boven het begrotingsbedrag komen te liggen. Door de keuze voor PPS-uitvoering van het project wordt de overheid a.h.w. gedwongen meer risico's te beprijzen, en vervolgens deze risico's ook financieel af te dekken binnen de PPS-constructie. De overheid moet zich hiervan goed rekenschap geven voordat zij een PPS-traject ingaat. Indien zij niet bereid is om bepaalde risico's financieel af te dekken, zal dit ertoe leiden dat of in zijn geheel van PPS-uitvoering van het project moet worden afgezien, of dat er een dusdanige vorm aan de PPS wordt gegeven dat deze risico's bij de overheid blijven, die er vervolgens mee omgaat zoals in de huidige situatie (niet beprijzen en dus niet budgettair reserveren).

In dit laatste geval zullen zowel het niveau van de PSC als dat van de biedingen wijziging ondergaan. Overigens zij erop gewezen dat dit soort beslissingen over risicoallocatie niet op zich moeten worden beschouwd maar ook in samenhang met het incentive-systeem moeten worden gezien. Een voorbeeld hiervan is het - op straffe van een boete - stellen van bepaalde eisen aan de beschikbaarheid van het relevante stuk infrastructuur (bijvoorbeeld 98 %), met als oogmerk de marktpartij een incentive te geven het onderhoud efficiënt uit te voeren. De marktpartij zal dit niet alleen als een incentive, maar ook als een risico percipiëren, en hiervoor een risicopremie (opslag) in rekening brengen.

Tot slot, hier is betoogd dat de vraagstukken van risicowaardering en -allocatie in het kader van PPS-projecten niet alleen van objectieve, min of meer technische aard zijn, maar ook belangrijke beleidsmatige elementen kennen. Objectieve analyse van alle factoren die de risicowaardering betreffen is noodzakelijk, maar uiteindelijk is de keuze welke risico's de overheid wil lopen, en hoeveel zij voor het afdekken daarvan wenst te betalen, een politieke/beleidsmatige.

## Leden van de commissie Risicowaardering

<i>Commissieleden</i>	<i>Instelling en Functie</i>
drs. P.J.C.M. van den Berg (Peter)	Ministerie van Financiën, directeur Inspectie der Rijksfinanciën, tevens plv. DG Rijksbegroting
dr. G.G.A. Biessen (Guido)	Ministerie van Economische Zaken, hoofd afdeling Economisch Onderzoek en Contacten
ir. A.N. Bleijenberg (Arie)	Ministerie van Verkeer en Waterstaat, hoofd afdeling Visievorming, tevens plv. directeur Strategie en Coördinatie
prof. dr. C. van Ewijk (Casper)	Centraal Planbureau, plv. directeur CPB
drs. A. 't Hoen (Arjen)	Ministerie van Verkeer en Waterstaat
drs. L.H. Kok (Leonard)	Ministerie van Financiën, directeur Begrotingszaken
drs. W.W. Korving (Wout)	Nederlands Economisch Instituut, hoofd Infrastructuur Financiering
drs. E.P. van Marken (Pieter)	Ministerie van Financiën, coördinerend beleidsmedewerker Kenniscentrum PPS
prof. dr. P. Rietveld (Piet)	Vrije Universiteit Amsterdam, hoogleraar Vervoerseconomie, voorzitter
dr. J. Rouwendal (Jan)	Universiteit Wageningen, hoofddocent economie
drs. A.A.J. van der Wees (Bram)	Ministerie van Verkeer en Waterstaat, hoofd afdeling Algemeen en Economisch Beleid
dr. P.J.G. Tang (Paul)	Centraal Planbureau, hoofd afdeling Internationale Economische Analyse, secretaris
drs. A. Ramawadh (Aniel)	Ministerie van Financiën, senior beleidsmedewerker, afdeling Beleidsevaluatie en –Instrumentatie, secretaris

## Geraadpleegde literatuur

- Abel, A.B., N.G. Mankiw, L.H. Summers en R.J. Zeckhauser, 1989, Assessing Dynamic Efficiency: Theory and Evidence, *Review of Economic Studies*, 56, 1-20.
- Ait-Sahalia, Y. en A.W. Lo, 1997, Nonparametric Risk Management and Implied Risk Aversion, *NBER Working Paper* 6130.
- Arthur Andersen and Enterprise LSE, 2000, Value for Money Drivers in the Private Finance Initiative, Report for Treasury Taskforce.
- Arrow, K.J. en R.C. Lind, 1970, Uncertainty and the Evaluation of Public Investment Decisions, *American Economic Review*, nr. 60, p. 364-378
- Arrow, K.J., 1995, Intergenerational equity and the rate of discount in long-term social investment, Paper at IEA World Congress
- Bansal, R. en A. Yaron, 2000, Risks for the Long Run: A Potential Resolution of Asset Pricing Puzzles, *NBER Working Paper* 8059.
- Baxter, M., U.J. Jermann and R.G. King, 1998, Synthetic returns on NIPA assets: an international comparison, *European Economic Review*, 42, 1141-1172
- Bazon, C., en K. Smetters, Discounting inside the Washington D.C. Beltway, *Journal of Economic Perspectives*, 13 (4), 213-228
- Brealy, R.A., en S.C. Meyer, 1981, 1988, *Principles of Corporate Finance*, McGraw-Hill Book Co., Singapore
- Brealy, R.A., I.A. Cooper en M.A. Habib, 1997, Investment appraisal in the public sector, *Oxford Review of Economic Policy*, 13, 4, pp. 12-28
- Bruner, R.F., K.M. Eades, R.S. Harris and R.C. Higgins, 1998, Best practices in estimating the cost of capital: survey and synthesis, *Financial Practice and Education*, 8(1), 13-28
- Campbell, J.Y. en R.J. Shiller, 1988, Stock Prices, Earnings, and Expected Dividends, *Journal of Finance*, vol. XLIII, 3.
- Commissie Betuweroute (Cie. Hermans), 1995, Rapport, Den Haag
- Centraal Planbureau, 2000, *Centraal Economisch Plan 2000*, Sdu, Den Haag
- Centraal Planbureau, 2000, Kosten-batenanalyse van HSL-Oost infrastructuur, Werkdocument 128.
- Dixit, A. en A. Williamson, 1989, Risk-Adjusted Rates of Return for Project Appraisal, The World Bank, PPR Working Paper 290.
- Eijgenraam, C.J.J., C.C. Koopmans, P.J.G. Tang en A.C.P. Verster, 2000, *Evaluatie van infrastructuurprojecten; Leidraad voor kosten-batenanalyse*, SDU, Den Haag
- Fama, E.F. en K.R. French, 2001, The Equity Premium, *The Center for Research in Security Prices*, Working Paper 522.
- Fase, M.M.G., 1997, De risicopremie op aandelen in de Europese Unie, *Maandschrift Economie*, 61(6), blz. 474-83.

- Graham, D.A., 1981, Cost-Benefit Analysis under Uncertainty, *American Economic Review*, p. 715-725.
- Grout, P.A., The Economics of the Private Finance Initiative, *Oxford Review of Economic Policy*, 13, 4, blz. 53-66.
- Hartman, R.W., 1990, One Thousand Points of Light Seeking a Number: A Case Study of CBO's Search for a Discount Rate Policy, *Journal of Environmental Economics and Management*, 18, S-3-S-7.
- Heaton, J. en D.J. Lucas, 1996, Evaluating the Effects of Incomplete Markets on Risk Sharing and Asset Pricing, *Journal of Political Economy*, 104, 3, 443-487.
- Heaton, J. en D. Lucas, 2000, Portfolio Choice in the Presence of Background Risk, *Economic Journal*, 110, 1-26.
- Hellwig, M., 1998, Banks, markets, and the allocation of risks in an economy, *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, 154, 328-345
- Jagannathan, R., E.R. McGrattan en A. Scherbina, 2001, The Declining U.S. Equity Premium, *NBER Working Paper* 8172.
- Klein, M., 1997, The Risk Premium for Evaluating Public Projects, *Oxford Review of Economic Policy*, 13, 4.
- Kocherlakota, N.R., 1996, The equity premium: still a puzzle, *Journal of Economic Literature*, 34, 1, 42-71
- Kocherlakota, N.R., 1998, The effects of moral hazard on asset prices when financial markets are complete, *Journal of Monetary Economics*, 41, 39-56
- Kolbe, A.L., J.A. Read Jr en G. R. Hall, 1984, *The cost of capital : estimating the rate of return for public utilities*, MIT Press, Cambridge (Ma.)
- Lawrence, A. en A.L. Kolbe, 1984, The Effect of Debt on the Cost of Equity Capital, *The Cost of Capital*, 137-146.
- Lind, R.C., 1988, Regressing the Government's Discount Rate Policy in Light of New Theory and Data in a World Economy with a high Degree of Capital Mobility, *Journal of Environmental Economics and Management*, 18, S-8-S-28.
- Little, I.M.D. en J.A. Mirrlees, 1994, The Costs and Benefits of Analysis: Project appraisal and planning twenty years on, in: Layard, Richard en Stephen Glaister: *Cost-Benefit Analysis*, 2nd edition, Cambridge University Press, Cambridge(UK)
- Ministerie van Financiën, 1995, Kabinetsstandpunt Heroverweging Disconteringsvoet, Den Haag
- Mullins, D.W., 1982, Does the Capital Asset Pricing Model Work?, *Harvard Business Review*, 82106.
- Obstfeld, M. en K. Rogoff, 1996, *Foundations of International Macroeconomics*, MIT Press, Cambridge (Ma.)

- Pestieau, P.M., 1974, Optimal Taxation and Discount Rate for Public Investment in a Growth Setting, *Journal of Public Economics*, 3, 217-235.
- Sandmo, A. en J.H. Dreze, 1971, Discount Rates for Public Investment in Closed and Open Economies, *Economica*, 395-412
- Stennek, J., 1999, The expected consumer's surplus as a welfare measure, *Journal of Public Economics*, 73, 265-288.
- Treasury, 2001, The "big green book": Policy and Project Assessment in Central Government, mimeo
- Viceira, L.M., 1999, Optimal portfolio for long-horizon investors with nontradable labor income, *NBER Working Paper* 7409
- Wolff, H.J. de, 1998, De risicopremie van aandelen in Nederland: een analyse van 21 beursfondsen op grond van het model van Campbell, Onderzoeksrapport WO&E 555
- Weil, Ph., 1994, Nontraded assets and the CAPM, *European Economic Review*, 38, 3 / 4, 913-922