

Voorgestelde metodes om die voordele van padprojekte te maksimeer

Proposed methods to maximise the benefits of road projects

W.J. (WESSEL) PIENAAR

Departement Bedryfsingenieurswese

Universiteit Stellenbosch

E-pos: wpenaar@sun.ac.za



Wessel Pienaar

WESSEL PIENAAR is 'n navorsingsprofessor in die Departement Bedryfsingenieurswese aan die Universiteit Stellenbosch. Hy het die volgende gevorderde grade behaal: MS in Siviele Ingenieurswese aan die Universiteit van Kalifornië, Berkeley; MEcon in Vervoereconomie aan die Universiteit Stellenbosch; PhD(Ing) in Siviele Ingenieurswese aan die Universiteit Stellenbosch en DCom in Vervoereconomie aan die Universiteit van Suid-Afrika. Hy beskik oor 'n Kategorie A-navorsingsgradering van Sanral. In 2000 en 2011 ontvang hy die Rektorstoekenning vir Voortreflike Navorsing aan die Universiteit Stellenbosch. Hy is die hoofredakteur en hoofskrywer van die internasionaal gebruikte handboek *Business Logistics Management: A Value Chain Perspective*, wat deur Oxford University Press uitgegee word. Wessel publiseer in Afrikaans en Engels. Van sy werk is deur internasionale navorsingsinstellings in Duits, Frans en Russies vertaal en gepubliseer. In Desember 2015 het Wessel die Kanselierstoekenning van die Universiteit Stellenbosch ontvang omdat hy oortuigend bewys gelewer het van uitsonderlike akademiese uitnemendheid. Hy is 'n lid van die Suid-Afrikaanse Akademie vir Wetenskap en Kuns, waarvan hy van 2014 tot 2017 as voorsitter gedien het, en is 'n genoot van die Suid-Afrikaanse Akademie vir Ingenieurswese (SAAE).

WESSEL PIENAAR is a research professor in the Department of Industrial Engineering at Stellenbosch University. He holds the following advanced degrees: MS in Civil Engineering from the University of California, Berkeley; MEcon in Transport Economics from Stellenbosch University; PhD(Eng) in Civil Engineering from Stellenbosch University and DCom in Transport Economics from the University of South Africa. He has been rated a Category A researcher by Sanral. In 2000 and 2011 he received the Rector's Award for Research Excellence at Stellenbosch University. He is the editor-in-chief and principal author of the internationally used textbook *Business Logistics Management: A Value Chain Perspective* published by Oxford University Press. Some of his work has been translated into German, French and Russian and published by international research institutions. In December 2015 he received the Chancellor's Award for Academic Excellence at Stellenbosch University. Wessel is a member of the Suid-Afrikaanse Akademie vir Wetenskap en Kuns ("South African Academy of Science and the Arts"), which organisation he chaired from 2014 to 2017, and is a fellow of the South African Academy of Engineering (SAAE).

ABSTRACT

Proposed methods to maximise the benefits of road projects

This article proposes methods that a transport authority can apply to maximise the benefits of road provision both when the rationing of funds leads to a curtailed and fixed budget limit, and, proactively, when a variable budget subject to a funding rule is available.

With a fixed limit on public capital expenditure, public projects compete with one another for funding. When a number of mutually exclusive and independent projects are under consideration for selection and prioritisation and the decision maker has to maximise benefit subject to a fixed budget constraint, a method of project selection based on incremental benefit-cost ratio analysis is recommended. The proposed selection process in the case of a fixed budget limit is demonstrated by an example. The proposed procedure consists of the following five steps:

- 1) Identify all projects that may be considered for selection, having due regard to the budget limit, and eliminate all projects (a) of which the implementation cost exceeds this limit, and (b) that are not economically viable, technically feasible and environmentally acceptable.*
- 2) Classify all mutually exclusive projects (i.e. alternative projects) that qualify for consideration into separate, independent groups, and arrange the alternatives in each group in order of increasing implementation cost.*
- 3) Provisionally select in each group the project that has the highest benefit-cost (BC) ratio.*
- 4) From these projects, select the one with the highest ratio and then note the remaining balance in the capital budget. The more expensive projects in the group from which the highest-ratio project was provisionally selected are then considered in terms of their incremental BC ratios. Put the alternative in this group with the highest viable incremental BC ratio, if there is such an alternative, on the list of the other projects still to be considered. In the remainder of the selection process (i.e. the subsequent iterative rounds) selecting the best project in each group follows a two-step process. Firstly, the project with the highest (viable) incremental BC ratio is identified and compared with the rest of the independent projects. Then projects are chosen consecutively in order of descending economic viability; they are identified by either the BC ratio of an independent project (in another group) or the incremental BC ratio of a mutually exclusive project (in the same group). Secondly, as each project is provisionally selected, the balance in the budget is adjusted to reflect the effect of the projects selected. All remaining projects of which the implementation cost exceeds this balance are excluded. This iterative process ends when the balance of the budget is (a) exhausted or insufficient to cover any other project's implementation cost, or (b) when no viable projects remain for consideration.*
- 5) If a balance remains in the available budget, consider whether inclusion of any of the excluded projects or exclusion of any of the included projects would increase the aggregate net present value (NPV) of the final budget.*

If the budget has no fixed limit, the problem is one of weighing public against private uses of the resources. One now follows the rule that an indivisible public project (such as a road facility) is worth undertaking provided its benefits exceed its investment cost. The justification for the rule is that the cost of investing one rand in the public sector is the loss of one rand of benefits in the private sector – a loss which results from not investing n rand in the private

sector. The article proposes and outlines a procedure to select road projects subject to a funding rule based on expenditure productivity. The rule may be that each unit of capital expenditure should yield at least a certain threshold amount more in benefits. All the alternative projects in each independent group that comply with the funding criterion of minimum productivity are considered for possible selection. When using a funding rule, therefore, projects are selected from the alternatives in each independent group.

With a funding rule based on a productivity criterion, a project cannot be eliminated from the selection process on account of its implementation expenditure exceeding a certain budget limit. The procedure for project selection is simpler than with a given budget constraint. Different independent groups are no longer in competition – the most productive alternative project in each group can be selected on condition that it meets the funding rule.

The proposed selection method according to a funding rule consists of the following three steps:

- 1) Consider only those alternative projects in each group of mutually exclusive projects that are economically viable, technically feasible and environmentally acceptable, and arrange them per group in order of increasing implementation cost.
- 2) Identify in each group the project that has the highest BC ratio. If the ratio of this project exceeds the prescribed threshold ratio value, funding of the project is acceptable, and if not, no project is chosen from the group.
- 3) Choose from the more expensive projects in each group the one with the highest incremental BC ratio, provided this ratio exceeds the prescribed threshold value. If there are no costlier projects with an incremental BC ratio that exceeds the threshold ratio value, the project identified in Step 2 is the selected project. If there are costlier projects with an incremental BC ratio that exceeds the funding rule threshold value, the one with the highest ratio is chosen. The process should be repeated until there are no costlier alternatives left with incremental BC ratios that satisfy the funding rule than the last one considered most justified.

The proposed method to select projects subject to a funding rule is demonstrated by an example in the article.

KEY CONCEPTS: cost-benefit analysis, incremental benefit-cost ratio, mobility, independent projects, mutually exclusive projects, accessibility, fixed budget, variable budget, traffic components

TREFWOORDE: koste-voordeel-ontleding, inkrementele-voordeel-koste-verhouding, mobiliteit, onafhanklike projekte, onderling uitsluitende projekte, toeganklikheid, vaste begroting, veranderlike begroting, verkeerskomponente

OPSOMMING

Hierdie artikel stel metodes voor wat 'n vervoerowerheid kan volg om die voordele van padvoorsiening te maksimeer. Ná die inleiding word 'n metode voorgestel waarvolgens openbare padprojekte gekies kan word wanneer 'n vaste begroting vir padbouprojekte geld. Hierdie metode bestaan uit vyf stappe en is gegrond op die inkrementele-voordeel-koste-beginsel. 'n Prestasiegeoriënteerde metode word voorgestel vir die proaktiewe keuse van padprojekte om ekonomiese groei en ontwikkeling teweeg te bring wanneer 'n veranderlike begroting moontlik is. Die metode bestaan uit drie stappe en is, soos die keuringsproses wat bespreek is, gegrond

op die inkrementele-voordeel-koste-beginsel. Hierdie twee metodes word met behulp van voorbeelde toegelig. Die gevolgtrekkings wat uit die studie vloei, word dan aangebied.

1. INLEIDING

Hierdie artikel is die laaste een van twee artikels. Die vorige artikel het gehandel oor die redes waarom openbare paaie deur regerings voorsien word en hoe daar ten beste deur fiskale beplanning vir padbouprojekte voorsiening gemaak kan word (Pienaar 2019). Hierdie artikel bespreek die metode wat 'n vervoerowerheid kan volg om die voordele van padvoorsiening te maksimeer wanneer fondsrantsoenering tot 'n ingekorte en vaste begrotingsperk lei, en wat proaktief toegepas kan word om die voordele van padvoorsiening te maksimeer wanneer 'n veranderlike begroting wat aan 'n befondsingsreël onderworpe is, moontlik is.

Hierdie artikel is gerig op voorgestelde metodes wat 'n vervoerowerheid kan volg om 'n veelheid van padbouprojekte te programmeer ten einde maatskaplike welvaart te help maksimeer; dit handel nie oor die wyse waarvolgens die koste- en voordeelkomponente wat vir hierdie voorgestelde begrotingprogrammering noodsaaklik is, bereken word nie.

Ten einde die owerheid in staat te stel om investeringstrategieë op 'n doelmatige wyse uit te voer en te programmeer, moet alle openbare investeringsbesluitneming aan sosiale-koste-voordeel-ontleding onderwerp word. Die doel van die sosiale-koste-voordeel-ontleding van padbouprojekte is om die besluitnemer op 'n gestandaardiseerde en sistematiese wyse in te lig van die koste en voordele daarvan. Op hierdie wyse kan sosiale-koste-voordeel-ontleding as 'n inset dien om te help verseker dat die netto voordele wat uit die investering in padinfrastruktuur voortspruit, gemaksimeer word. Daarom dien sosiale-koste-voordeel-ontleding as 'n gidsinstrument om maatskaplike welvaart te help bevorder. Die identifisering van die koste- en voordeleitems wat in die sosiale-koste-voordeel-ontleding van padbouprojekte tui shoort en die wyse waarop hulle vir aanwending in Suid-Afrika bereken word, word elders deur Pienaar (2018) bespreek. Laasgenoemde bespreking is gegrond op die handleiding vir die sosiale-koste-voordeel-ontleding wat Pienaar opgestel het vir aanwending deur vervoerowerhede op sentrale, provinsiale en plaaslike regeringsvlak in Suid-Afrika (COTO 2017).

Die aanbieding in hierdie artikel neem die werk van Thompson (1980:Hoofstuk 5) en Musgrave en Musgrave (1989:Hoofstuk 7) as vertrekpunte – sien ook Musgrave (2017) en Boardman, Greenberg, Vining en Weimer (2018:Hoofstuk 1). Die voorgestelde metode waarvolgens openbare padprojekte gekies kan word wanneer 'n vaste begroting vir padbouprojekte geld, word in Afdeling 2 bespreek. Hierdie metode bestaan uit vyf stappe en is gegrond op die inkrementele-voordeel-koste-beginsel. Projekkeuring volgens hierdie beginsel is oorspronklik deur Thompson (1980:Hoofstuk 5) voorgestel. Sy keuringsmetode behels sewe stappe. Die destydse Sentrale Ekonomiese Adviesdiens (SEAD) het dié metode beskryf (SEAD 1989:Hoofstuk 4) maar dit nie eksplisiet vir aanwending in Suid-Afrika aanbeveel nie. 'n Verwerking en uitbreiding daarvan met die oog op toepassing in die keuse van vervoerinfrastruktuurprojekte in Suid-Afrika is later gepubliseer (Pienaar & Visagie 2000). 'n Verdere verwerking van die metodiek en uitbreiding daarvan vir die kies van alle soorte openbare infrastruktuurprojekte, steeds met behoud van die oorspronklike sewe stappe, is in 2002 deur die skrywer gepubliseer (Pienaar 2002).

In Afdeling 3 word 'n prestasiegeoriënteerde metode voorgestel vir die proaktiewe kies van padprojekte om ekonomiese groei en ontwikkeling teweeg te bring wanneer 'n veranderlike begroting moontlik is. Die metode bestaan uit drie stappe en is soos die keuringsproses wat in Afdeling 2 bespreek word, gegrond op die inkrementele-voordeel-koste-beginsel.

2. PADPROJEKKEUSE WANNEER 'N VASTE BEGROTING GELD

Dit is voor die hand liggend dat die voorgenome inkorting van kapitale besteding deur die staat, waaronder besteding aan paaie, wat in die vorige artikel genoem is, tot laer en vaste kapitale begrotingsplafonne gaan lei. Die vraag is op watter wyse 'n gegewe fondstotaal tussen onderling uitsluitende en onafhanklike infrastruktuurprojekte toegewys moet word om voordele te maksimeer.

Met 'n vaste perk op openbare kapitale besteding ding owerheidsprojekte in die verskillende openbare subsektore met mekaar om befondsing mee. Binne die padbouprogram ding onafhanklike padprojekte weer onderling met mekaar om befondsing mee. In hierdie omstandigheid kan dit gebeur dat die begrotingsplafon bereik word sonder dat ekonomies geregverdigde projekte in alle gebiede in 'n jurisdiksie vir uitvoering gekies word. Per definisie kan binne elke onafhanklike groep slegs een onderling uitsluitende projek vir uitvoering gekies word.

Onafhanklike projekte is projekte wat verskillende funksies verrig. Hulle dien nie as alternatiewe vir mekaar nie, en is daarom nie onderling uitsluitend nie. Die aanvaarding van 'n gegewe (funksioneel) onafhanklike projek kan hoogstens die aanvaarding van 'n ander (funksioneel) onafhanklike projek uitstel, maar nie uitskakel nie. Onderling uitsluitende projekte is tegnies uitvoerbare projekte wat dieselfde funksies sal vervul indien hulle in bedryf gestel sou word. Omdat hulle substitute of alternatiewe vir mekaar is, sluit die keuse van een die ander uit.

Om bogenoemde toewysingsprobleem ten beste te benader, word 'n metode van projekteuring aanbeveel wat op die inkrementele-voordeel-koste-verhoudingsbeginsel gegrond word. Die inkrementele-voordeel-koste-verhouding is die verskil tussen die huidige waarde van die voordele van 'n groter alternatiewe projek en dié van 'n kleiner alternatiewe projek, gedeel deur die verskil tussen die huidige waarde van die investeringskoste van die groter projek en dié van die kleiner projek. (Indien die inkrementele-voordeel-koste-verhouding van 'n groter alternatief teenoor 'n kleiner een 'n waarde groter as 1 het, is 'n skuif van die kleiner projek na die groter projek voordelig.)

Aan die begin van die keuseproses moet bevestig word dat alle oorweegde projekte ekonomies lewensvatbaar is deur die huidige waarde van die voordele wat elke projek (in die toekoms) kan oplewer, te vergelyk met die huidige waarde van die investeringskoste (oprigtingskoste) wat die projek gaan verg. Indien die verskil tussen voordele en die investeringskoste positief is, is die projek ekonomies lewensvatbaar en moontlik finansiële bekostigbaar. Hierdie verskil staan bekend as die netto huidige waarde (NHW).

In 'n sosiale-koste-voordeel-ontleding beteken *huidige* waarde die som wat tans as gelykwaardig geag word aan 'n enkele gegewe waarde of verskillende gegewe waardes wat op 'n sekere tyd of tye in die toekoms voorkom. Die begrip "huidige waarde" word deur twee faktore bepaal, te wete (1) die mate van tydvoorkeur wat 'n bevolking aan geld heg en (2) die omvang van prysinflasie. *Tydvoorkeur* is die geneigdheid van die mens om nou 'n groter waarde aan 'n gegewe bedrag geld te heg as in die toekoms. *Inflasie* van die investeringskoste en voordele van 'n projek wat in die toekoms gaan voorkom, laat hierdie toekomstige waardes opgeblase voorkom, wat nie werklik die geval is nie. Om hierdie toekomstige waardes in huidige reële terme vergelykbaar te maak, moet hulle met die toekomstige inflasiekoers gedefleer word.

Die konsepte *reële* en *huidige* waarde van geld en die beginsels wat die bepaling daarvan onderlê, word deur COTO uiteengesit (2017:16-19).

Die NHW van een projek is egter nie met dié van ander onafhanklike projekte vergelykbaar nie – die absolute omvang van 'n groot projek se voordele kan dié van 'n kleiner projek oorskry, terwyl die relatiewe opbrengs daarvan veel kleiner as dié van die kleiner projek kan wees. Om hierdie rede word aanbeveel dat relatiewe voordeel as maatstaf by die priorisering van onafhanklike projekte gebruik word. Daarom stel hierdie artikel 'n metode voor wat die huidige waarde van die voordele deel deur die huidige waarde van die projek se oprigtingskoste. So 'n kwosiënt dui dan die relatiewe voordeel aan van elke een rand wat bestee word, ofte wel die voordeel-koste-verhouding. Alle projekte met 'n verhoudingswaarde groter as 1 is ekonomies lewensvatbaar. Tabel 1 se kolomme dui daarom die huidige waarde van die voordele, die koste, die netto waarde en die voordeel-koste-verhouding van elke projek aan.

Die keuringsmetode behels die volgende vyf stappe:

Stap 1: Identifiseer alle projekte wat vir keuring oorweeg kan word deur ag te slaan op die omvang van die kapitaalbegroting en alle projekte uit te skakel (a) waarvan die finansiële uitvoeringskoste die begrotingsperk oorskry en (b) wat nie ekonomies geregverdig, tegnies uitvoerbaar en omgewingsgewys aanvaarbaar is nie.

Stap 2: Deel alle onderling uitsluitende projekte wat steeds oorweeg kan word, in aparte onafhanklike groepe in, en rangskik die alternatiewe projekte in elke groep in volgorde van toenemende uitvoeringskoste.

Stap 3: Kies voorlopig in elke (onafhanklike) groep die (onderling uitsluitende) projek wat die grootste voordeel-koste-verhouding het.

Stap 4: Volg hierdie metode van voorlopige projekte in elke groep in 'n reeks herhaalde rondtes waarin alle duurder projekte heroorweeg word aan die hand van hulle inkrementele-voordeel-koste-verhoudings. Eerstens word binne elke groep van onderling uitsluitende projekte die duurder alternatiewe projek wat die grootste inkrementele-voordeel-koste-verhouding het, geïdentifiseer en met die res van die onafhanklike groepe se projekte vergelyk. Die keuringsproses verloop opeenvolgend deur projekte in volgorde van afnemende ekonomiese lewensvatbaarheid te kies. Tweedens word die oorblywende begrotingsaldo telkens per rondte aangesuiwer om die uitwerking van die reeds gekose projekte te weerspieël, en enige oorblywende projekte wat die begrotingsaldo oorskry, buite rekening te laat. Hierdie proses eindig (a) wanneer die begrotingsaldo uitgeput of onvoldoende is om enige ander projek se uitvoeringskoste te dek, of (b) wanneer geen lewensvatbare projekte oorbly vir oorweging nie.

Stap 5: Oorweeg, indien die begroting nie volledig uitgeput is nie, aanpassings aan die lys van gekose projekte deur te bepaal of die insluiting van enige uitgeslote projekte en die uitsluiting van enige tot dusver gekose projekte nie die totale netto huidige waarde van die gekose projekte sal vergroot nie.

Die volgende voorbeeld demonstreer hierdie prosedure:

Gestel 'n provinsiale regering het R200 miljoen vir padbouprojekte gedurende die komende fiskale boekjaar bewillig. Hierdie bedrag dien as vaste bestedingsplafon wat nie oorskry mag word nie en enige onaangewende fondse in daardie begroting moet aan die provinsie se tesourie terugbetaal word. Die provinsie se padowerheid het 23 moontlike projekte geïdentifiseer om ses paaie (A tot F) wat onbevredigend funksioneer, te vervang of te verbeter. Die projekte onder oorweging word in Tabel 1 getoon. Projekte A1 tot A7, B1, B2 en B3, C1, C2 en C3, D1, D2 en D3, E1 tot E4, en F1, F2 en F3 is telkens onderling uitsluitend. Groepe A, B, C, D, E en F funksioneer onafhanklik.

TABEL 1: Voordele, koste en voordeel-koste-verhoudings van padboup projekte

Projek	Huidige waarde van uitvoerings koste (Rm.)	Huidige waarde van voordele (Rm.)	Netto huidige waarde van voordele (Rm.)	Voordeel-koste-verhouding
A1	020	044	024	2,20
A2	040	096	056	2,40
A3	060	134	074	2,23
A4	080	166	086	2,08
A5	100	206	106	2,06
A6	120	234	114	1,95
A7	140	250	110	1,79
B1	012	028	016	2,33
B2	016	030	014	1,88
B3	020	032	012	1,60
C1	050	063	013	1,26
C2	056	081	025	1,45
C3	120	178	058	1,48
D1	030	050	020	1,67
D2	040	052	012	1,30
D3	048	061	013	1,27
E1	027	056	029	2,07
E2	034	074	040	2,18
E3	042	088	046	2,10
E4	054	106	052	1,96
F1	022	035	013	1,59
F2	030	047	017	1,57
F3	036	050	014	1,39

Stap 1: Drie-en-twintig projekte, wat almal ekonomies lewensvatbaar, tegnies uitvoerbaar en omgewingsgewys aanvaarbaar is en waarvan die finansiële uitvoeringskoste nie die begrotingsperk oorskry nie, is vir oorweging op die keuringslys in Tabel 1 geplaas.

Stap 2: Die 23 oorweegbare projekte word in ses funksioneel onafhanklike groepe (A tot F) ingedeel. Die projekte in elke groep is onderling uitsluitend en hulle word in volgorde van toenemende uitvoeringskoste geplaas.

Stap 3: In elke groep word die projek wat die grootste voordeel-koste-verhouding (VK-verhouding) het, geïdentifiseer. Hierdie ses projekte is die volgende:

Projek	Huidige waarde: uitvoeringskoste (Rm.)	Huidige waarde: voordele (Rm.)	Voordeel-koste- verhouding
A2	40	96	2,40
B1	12	28	2,33
C3	120	178	1,48
D1	30	50	1,67
E2	34	74	2,18
F1	22	35	1,59

Stap 4: Uit hierdie ses onafhanklike projekte word A2 eerste gekies. Daar is nou R160 000 000 in die kapitale begroting oor. Die duurder projekte in groep A word nou aan die hand van hulle inkrementele-voordeel-koste-verhoudings oorweeg:

Projek	Inkrementele uitvoeringskoste (Rm.)	Inkrementele voordele (Rm.)	Inkrementele- voordeel-koste- verhouding
A3-A2	20	38	1,90
A4-A2	40	70	1,75
A5-A2	60	110	1,83
A6-A2	80	138	1,73
A7-A2	100	154	1,54

Ofskoon A2 voorlopig gekies is, verdien die verskil tussen projekte A3 en A2 (A3-A2) oorweging aangesien dit ekonomies lewensvatbaar is. Die inkrementele-voordeel-koste-verhouding tussen die twee projekte is groter as 1 en voordeliger as die inkrementele-voordeel-koste-verhouding van A4-A2 of A5-A2 of A6-A2 of A7-A2. Aangesien al die tans nog voorlopig gekose projekte se uitvoeringskoste minder as die oorblywende R160 000 000 is, word nie een uitgeskakel omdat dit die begrotingsaldo oorskry nie. Die onderling uitsluitende projek met die beste verhoudingswaarde in hierdie stadium in elkeen van die ses onafhanklike groepe is soos volg:

Projek	Huidige waarde: uitvoeringskoste (Rm.)	Huidige waarde: voordele (Rm.)	Voordeel-koste- verhouding
A3-A2	20	38	1,90
B1	12	28	2,33
C3	120	178	1,48
D1	30	50	1,67
E2	34	74	2,18
F1	22	35	1,59

Projek B1 het die beste voordeel-koste-verhouding in die lys hier bo en word daarom, saam met die twee duurder alternatiewe in groep B, oorweeg om gekies te word (sien Tabel 1). Die inkrementele-voordeel-koste-verhoudings van B2 en B3 word beoordeel deur die verhoudings tussen hul onderskeie voordele (30 en 32) en hul onderskeie koste (16 en 20) relatief tot projek B1 se voordele en koste (28 en 12) te bepaal:

$$\text{VK B2-B1} = (30 - 28) / (16 - 12) = 0,50$$

en $\text{VK B3-B1} = (32 - 28) / (20 - 12) = 0,50.$

Aangesien die inkrementele koste van al twee projekte hulle inkrementele voordele oorskry, is nie een lewensvatbaar nie. Daarom word alternatief B1 in hierdie groep gekies, wat 'n begrotingsaldo van R148 000 000 laat.

Die volgende projek wat oorweeg kan word, is die een wat in die ander vyf groepe (d.w.s. A, C, D, E en F) die beste voordeel-koste-verhouding het en waarvan die uitvoeringskoste minder as die begrotingsaldo van R148 000 000 is. Dit is projek E2.

Projekte E3 en E4 is groter as projek E2 en hulle inkrementele-VK-verhoudings relatief tot E2 (d.w.s. VK E3-E2 en VK E4-E2) word nou ondersoek. E3 het 'n inkrementele-VK-verhouding van $(88 - 74) / (42 - 34) = 1,75$; en E4 van $(106 - 74) / (54 - 34) = 1,6$. VK E3-E2 is die hoogste van die twee en dit oorskry 'n waarde van 1. Projek E3-E2 word nou oorweeg in verhouding tot die ander projekte.

In hierdie stadium is reeds besluit om R40 000 000 aan projekte in groep A te bestee, R12 000 000 aan projekte in groep B en R34 000 000 aan projekte in groep E. Dit laat R114 000 000 wat nog toegewys kan word. Die uitvoeringskoste van projek C3 oortref hierdie bedrag en daarom word dié projek uitgeskakel. Die uitvoeringskoste van sowel projek C1 as projek C2 is kleiner as hierdie bedrag en kan daarom nog oorweeg word. Die voordeel-koste-verhouding van C2 oortref dié van C1 en daarom vervang projek C2 projek C3 vir verdere opweging teen oorblywende projekte.

Die oorblywende vyf projekte is nou soos volg:

Projek	Huidige waarde: uitvoeringskoste (Rm.)	Huidige waarde: voordele (Rm.)	Voordeel-koste- verhouding
A3-A2	20	38	1,90
B1	12	28	2,33
C3	120	178	1,48
D1	30	50	1,67
E2	34	74	2,18
F1	22	35	1,59

In die lys hier bo het A3-A2 die hoogste verhouding (1,90) en daarom vervang projek A3 projek A2 teen 'n bykomende (d.w.s. inkrementele) koste van R20 000 000. Daar bly nou R94 000 000 oor om toe te wys. Die duurder projekte in groep A word nou oorweeg ten opsigte van hulle inkrementele-voordeel-koste-verhoudings, wat vervolgens getoon word:

Projek	Inkrementele koste (Rm.)	Inkrementele voordele (Rm.)	Inkrementele- voordeel-koste- verhouding
A4-A3	20	32	1,60
A5-A3	40	72	1,80
A6-A3	60	100	1,67
A7-A3	80	116	1,45

In die lys van (alternatiewe) projekte in groep A hier bo wat duurder as projek A3 is, het VK A5-A3 die hoogste inkrementele verhoudingswaarde. Daarom is die oorblywende vyf voordeligste onafhanklike projekte die volgende:

Projek	Huidige waarde: uitvoeringskoste (Rm.)	Huidige waarde: voordele (Rm.)	Voordeel-koste- verhouding
A5-A3	40	72	1,80
C2	56	81	1,45
D1	30	50	1,67
E3-E2	8	14	1,75
F1	22	35	1,59

In die lys van voordeligste oorblywende onafhanklike projekte hier bo het A5-A3 die hoogste inkrementele-VK-verhouding en daarom vervang projek A5 nou weer projek A3 teen 'n bykomende koste van R40 000 000. Daar bly nou R54 000 000 oor wat geïnvesteer kan word. Projek C2 se uitvoeringskoste van R56 000 000 oorskry hierdie begrotingsaldo, wat meebring dat projek C1 projek C2 as moontlike keuse vervang. Die situasie vir verdere oorweging is nou soos volg:

Projek	Huidige waarde: uitvoeringskoste (Rm.)	Huidige waarde: voordele (Rm.)	Voordeel-koste- verhouding
A6-A5	20	28	1,40
C1	50	63	1,26
D1	30	50	1,67
E3-E2	8	14	1,75
F1	22	35	1,59

Projek E3 word nou gekies en hierdie projek vervang E2. Dit verminder die besteebare bedrag met R8 000 000 tot R46 000 000, wat daartoe lei dat projek C1 nie meer oorweeg kan word nie.

Die projekte onder oorweging is nou die volgende:

Projek	Huidige waarde: uitvoeringskoste (Rm.)	Huidige waarde: voordele (Rm.)	Voordeel-koste- verhouding
A6-A5	20	28	1,40
D1	30	50	1,67
F1	22	35	1,59
E4-E3	12	18	1,50

Projek D1 word gekies en R16 000 000 bly dan oor vir toewysing. Van die drie oorblywende projekte is dit net E4-E3 wat minder as R16 000 000 kos. Verruil dus projek E4 vir projek E3 teen 'n bykomende bedrag van R12 000 000. Dit laat R4 000 000 wat nie toegewys is nie. Dit voltooi stap 4 van die keuringsproses. In hierdie stadium word daar voorlopig op projekte A5, B1, D1 en E4 vir uitvoering besluit. Hierdie groep projekte sal bruto voordele van R390 000 000 meebring. Teen 'n totale koste van R196 000 000 is die totale netto huidige waarde van die vier projekte gelyk aan R194 000 000.

Stap 5: As laaste stap word bepaal of die insluiting van enige uitgeslote projekte en die uitsluiting van enige tot dusver gekose projekte nie die totale NHW van R194 000 000 binne die vaste begroting van R200 000 000 sal vergroot nie. Die uitgeskakelde projek met die

hoogste voordeel-koste-verhouding is F1. Voldoende fondse is beskikbaar om projek F1 te kies indien projek E2 eerder as projek E4 ook ingesluit word. Uiteindelik word projekte A5, B1, D1, E2 en F1 gekies. Hierdie samestelling van projekte sal R393 000 000 se bruto voordele bewerkstellig en R198 000 000 se uitvoeringsbesteding verg, wat meebring dat die gesamentlike NHW R195 000 000 beloop. Die gesamentlike totale NHW neem met R1 000 000 toe. Binne die begrotingplafon van R200 000 000 is dit die voordeligste samestelling van projekte.

3. PADPROJEKKEUSE WANNEER 'N VERANDERLIKE BEGROTING ONDERWORPE AAN 'N PRESTASIEREËL MOONTLIK IS

Die koördinering van ekonomies geregverdigde padinvestering met komplementerende niervoeraktiwiteite bring in die reël ekonomiese groei en ontwikkeling mee (Lewis 1994; Eberts 2000; Weisbrod & Weisbrod 1997). Indien 'n pad ekonomies geregverdig is, bied dit altyd positiewe gebruikersvoordele. Die mate waarin die omvang van ekonomiese aktiwiteite standhoudend deur nuwe en verbeterde paaie geskep en versnel kan word, kan daarom afgelei word van die mate waarin dit minder reisopoffering vir padgebruikers meebring en nuwe of bykomende padgebruik opwek en ontwikkel.

Om die padgebruikersvoordele te bereken, moet die onderskeie komponente van die verwagte verkeer geïdentifiseer word. Die volgende drie verkeerskomponente kan onderskei word, ofskoon al drie nie altyd voorkom nie: normale verkeer, weggelokte verkeer en opwekverkeer. Die verkeerskomponente word soos volg omskryf (COTO 2017:xii):

1. **Normale verkeer:** Hierdie verkeerskomponent bestaan uit drie subkomponente, naamlik bestaande verkeer, normalegroeiverkeer en beplande ontwikkelingsverkeer.
 - Bestaande verkeer: Die huidige verkeer op 'n pad wat vervang of verbeter gaan word. Wanneer 'n nuwe pad as toevoeging tot 'n bestaande padnetwerk in gebruik geneem gaan word sonder enige veranderings aan die bestaande padnetwerk in die gebied, is die bestaande verkeer gelyk aan 0. Wanneer 'n nuwe pad 'n bestaande een vervang, word die bestaande verkeer op die huidige pad gereken as die bestaande verkeer op die nuwe pad.
 - Normalegroeiverkeer: Verkeersgroei wat ondanks die skep van 'n nuwe pad sou plaasvind. Die groei kan aan drie faktore toegeskryf word, naamlik algemene bevolkingsgroei, 'n toename in die *per capita*-eienaarskap van voertuie en/of 'n toename in die gemiddelde gebruik per voertuig.
 - Beplande ontwikkelingsverkeer: Verkeer wat ontwikkel sal word deur 'n spesifieke grondontwikkeling tesame met die ontwikkeling van 'n pad sodat die grondontwikkeling van meet af toeganklik is. Hierdie verkeer is nie deel van spontane opwekverkeer nie – dit word beskou as deel van normalegroeiverkeer wat op beplande wyse deur gekoördineerde integrasie van grondgebruikontwikkeling en padvoorsiening tot stand kom.
2. **Weggelokte verkeer:** Dit is verkeer wat van ander paaie af gelok word of van ander modusse oorskakel na 'n nuwe of verbeterde pad. Wanneer 'n nuwe pad in gebruik geneem word sonder enige verandering aan bestaande paaie in die netwerk, word alle verkeer wat van bestaande paaie en vervoermodusse na die nuwe pad oorgeskakel het, as weggelokte verkeer beskou.
3. **Opwekverkeer:** Opwekverkeer bestaan uit ontwikkelingsverkeer en latente verkeer. Ontwikkelingsverkeer word aan verbeterde toeganklikheid toegeskryf en latente verkeer

aan verbeterde mobiliteit. Die twee verkeerskomponente word soos volg omskryf:

- Ontwikkelingsverkeer is die verkeer wat spontaan ontwikkel nadat 'n nuwe pad gebou is weens veranderde gebruik van die grond wat deur die pad bedien word. Die voorsiening van nuwe padgeriewe in 'n ontwikkelende streek stimuleer gewoonlik ekonomiese ontwikkeling en nedersetting weens verbeterde toeganklikheid. Beter toegang lei gewoonlik tot veranderde en intensiewer grondgebruik, wat weer meer verkeer lok en “ontwikkel” na die korridor waardeur die nuwe pad loop.
- Latente verkeer is die verkeer wat nie voorheen bestaan het nie en bloot opgewek is deur 'n vermindering in reisweerstand, danksy die laer gebruikskoste en hoër diensgehalte wat die verbetering of voorsiening van 'n pad bied. Latente verkeer bestaan uit voormalige potensiele padgebruikers (d.w.s. voorheen dormante padgebruikers) wat mobiel word danksy die laer veralgemeende ritkoste tot onder die prys wat hulle bereid is om vir reis te betaal. Dit plaas nuwe bestemmings binne hul bereik. Veralgemeende ritkoste is die mate waarin negatiewe nut waargeneem word, gegrond op gebruikersopoffering, wat lei tot weerstand om 'n rit te onderneem of daaraan deel te neem. Dit sluit tipies geldwaarde, reistyd en negatiewe gehalte-aspekte in (byvoorbeeld die ongemak en ongerief wat verduur word, veiligheidsrisiko's, blootstelling aan frustrasie, onbetroubare diens, en om te moet loop en te wag).

Ofskoon voordeelbehaling deur al bogenoemde verkeerskomponente bydra tot ekonomiese groei, is dit veral die voordele wat behaal word deur beplande ontwikkelingsverkeer en opwekverkeer (wat spontane ontwikkelingsverkeer en latente verkeer insluit) wat bydra tot strukturele ekonomiese ontwikkeling. Wanneer padvoorsiening proaktief as leiermeganisme aangewend word om sowel ekonomiese groei as strukturele ekonomiese ontwikkeling in 'n gebied aan te wakker, moet veral gelet word op die voordele wat verkry kan word deurdat laasgenoemde twee verkeerskomponente geskep word. Daarom is proaktiewe en prestasiegedrewe begrotingsbeplanning, en nie vaste begrotingsperke nie, die aangewese weg om te volg wanneer padvoorsiening as ontwikkelingsinstrument aangewend word.

Indien die begrotingsomvang nog nie vasgestel is nie, is die probleem dat openbare en private aanwending van hulpbronne teen mekaar opgeweeg word. Daar moet dan van die standpunt uitgegaan word dat openbare projekte die moeite werd is om te onderneem mits die voordele daarvan die investeringskoste oorskry. Die regverdiging vir hierdie riglyn is dat die geleentheidskoste van een rand se investering in die openbare sektor die verlies van die opbrengs is wat met een rand se investering in die private sektor behaal kan word (Musgrave 2017).

Veronderstel dat 'n vasgestelde beperking op die omvang van openbare kapitale besteding nie geld nie, maar wel 'n befondsingsreël waaraan aanvaarbare projekte moet voldoen, byvoorbeeld dat die huidige waarde van projekvoordele die huidige waarde van 'n projek se investerings- of uitvoeringskoste met 'n sekere drempelverhoudingswaarde moet oorskry.

Wanneer so 'n befondsingsreël geld, is die wyse waarop projekte gekies word, eenvoudiger as wanneer daar 'n vaste begrotingsplafon geld. Groepe onderling uitsluitende projekte wat onafhanklik van mekaar funksioneer, ding dan nie om befondsing met mekaar mee nie, maar die alternatiewe projekte binne elke groep ding wel met mekaar mee. Selfs al voldoen die aanvaarbaarste alternatief in 'n groep net-net aan die drempelproduktiwiteitsvlak, is die keuse daarvan geregverdig.

Die voorgestelde keuringsprosedure wanneer 'n veranderlike begroting moontlik is wat aan 'n befondsingsreël onderworpe is, behels drie stappe en word op dieselfde wyse vir elke afsonderlike groep onderling uitsluitende projekte toegepas. Hierdie drie stappe is soos volg:

Stap 1: Deel alle onderling uitsluitende projekte wat ekonomies geregverdig, tegnies haalbaar en omgewingsgewys aanvaarbaar is, in aparte onafhanklike groepe in en rangskik die alternatiewe projekte binne elke groep in volgorde van toenemende uitvoeringskoste.

Stap 2: Kies per groep die projek met die beste voordeel-koste-verhouding. Indien die voordeel-koste-verhouding van hierdie projek die drempelwaarde oorskry, is befondsing van die projek aanvaarbaar, en indien nie, word geen projek in die groep gekies nie.

Stap 3: Nadat die projek met die beste voordeel-koste-verhouding in 'n groep as aanvaarbaar beoordeel is, word die keuse van hierdie alternatief in die groep hersien in 'n reeks herhalende rondtes deur alle duurder projekte te heroorweeg aan die hand van hulle inkrementele-voordeel-koste-verhoudings totdat daar nie meer 'n duurder projek as die laaste aanvaarbare een is met 'n inkrementele-VK-verhouding wat die drempelwaarde oorskry nie.

Die volgende voorbeeld demonstreer hierdie prosedure:

Gestel 'n provinsiale regering beskou kapitale besteding as aanvaarbaar slegs indien die huidige waarde van 'n projek se voordele die huidige waarde van die uitvoeringskoste (d.w.s. die investeringskoste) daarvan met 'n drempelverhoudingswaarde van 2,0 oorskry. Hierdie regering moet besluit watter onderling uitsluitende projek, O1 tot O7, soos getoon in Tabel 2, hy kan befonds.

TABEL 2: Huidige waarde van die uitvoeringskoste en voordele, en voordeel-koste-verhoudings van 'n groep onderling uitsluitende projekte

Projek	Huidige waarde: uitvoeringskoste (Rm.)	Huidige waarde: voordele (Rm.)	Voordeel-koste- verhouding
O1	40	101	2,53
O2	60	168	2,80
O3	76	205	2,70
O4	104	262	2,52
O5	116	290	2,50
O6	134	323	2,41
O7	144	341	2,37

Die oplossing is soos volg: In stap 1 word projek O2 uitgeken as die een met die hoogste VK-verhouding. In stap 2 word bevestig dat die VK-verhouding van 2,8 hoër as die drempelwaarde van 2,0 is. In stap 3 word die inkrementele-VK-verhoudings van die duurder projekte (O3 tot O7) in vergelyking met projek O2 ondersoek.

Projek	Inkrementele uitvoeringskoste (Rm.)	Inkrementele voordele (Rm.)	Inkrementele- voordeel-koste- verhouding
O3-O2	16	37	2,31
O4-O2	44	94	2,14
O5-O2	56	122	2,18
O6-O2	74	155	2,09
O7-O2	84	173	2,06

Projek O3 se inkrementele-VK-verhouding van 2,31 is die beste, en aangesien dit die drempelwaarde van 2,00 oorskry, word dit in dié stadium as die voordeligste projek beskou. Die inkrementele-VK-verhoudings van die duurder projekte (O4 tot O7) word vervolgens ondersoek.

Projek	Inkrementele uitvoeringskoste (Rm.)	Inkrementele voordele (Rm.)	Inkrementele- voordeel-koste- verhouding
O4-O3	28	57	2,04
O5-O3	40	85	2,13
O6-O3	58	118	2,03
O7-O3	68	136	2,00

Projek O5 se inkrementele-VK-verhouding van 2,13 is die beste en aangesien dit die drempelwaarde van 2,00 oorskry, word dit tot sover as die mees geregverdigde projek beskou. Die inkrementele-VK-verhoudings van die twee projekte duurder as O5, te wete O6 en O7, is:

$$(323 - 290) / (134 - 116) = 1,83, \text{ en}$$

$$(341 - 290) / (144 - 116) = 1,82.$$

Aangesien al twee hierdie inkrementele-VK-verhoudings (1,83 en 1,82) kleiner as die drempelwaarde van 2,00 is, is die keuse van projek O6 óf O7 nie geregverdig nie en daarom word projek O5 vir uitvoering gekies.

Al sewe bogenoemde projekte het 'n voordeel-koste-verhoudingswaarde wat 2,0 oortref. Elkeen sou aanvaarbaar wees indien die ander nie daar was nie. Aangesien O5 daar is, kan O6 en O7 nie aanvaar word nie. Dié twee se opbrengs is R1,83 en R1,82 vir elke rand wat hulle meer kos as O5. Hierdie bedrae geld sal volgens die oordeel van die owerheid voordeliger deur die private sektor aangewend kan word.

Die befondsingsreël dat kapitaalbesteding aanvaarbaar is slegs indien die voordeel-koste-verhouding daarvan 'n drempelwaarde van 2,0 of groter behaal, kan enersyds gegrond wees op die oordeel dat onbestede fondse eerder gebruik moet word om enige ander projek uit 'n aantal openbare projekte met voordeel-koste-verhoudingswaardes van 2,0 of groter te befonds. Andersyds kan dit daarop dui dat geoordeel word dat gemiddeld R2,00 se bruto private voordeel opgeoffer moet word om die owerheid in staat te stel om R1,00 te bestee. Indien dit die geval is, kan geoordeel word dat niebesteding deur die owerheid daarop neerkom dat fondsbesteding aan 'n projek wat in die private sektor 'n voordeel-koste-verhouding van 2,00 behaal, verkies behoort te word.

4. GEVOLGTREKKINGS

Met 'n vaste perk op openbare kapitale besteding ding owerheidsprojekte in die verskillende openbare subsektore om befondsing met mekaar mee. Binne die padbouprogram ding onafhanklike padprojekte weer onderling om befondsing met mekaar mee. In hierdie omstandigheid kan dit gebeur dat die begrotingsplafon bereik word sonder dat ekonomies geregverdigde projekte in alle gebiede in 'n jurisdiksie vir uitvoering gekies word. Dit dui dan op 'n onewewigtigheid tussen onderskeie kapitale bestedings in die openbare en die private sektor.

Indien die begrotingsomvang nie 'n vaste perk het nie, is die probleem dat openbare en private aanwending van hulpbronne teen mekaar opgeweeg word. Daar moet dan van die standpunt uitgegaan word dat openbare projekte wel die moeite werd is om te onderneem mits

die voordele daarvan hulle investeringskoste oorskry. Aangesien regeringsliggame 'n veelheid van bestedingsbehoefte het wat nie tot net investering in infrastruktuurprojekte beperk is nie, kan 'n padowerheid moontlik oordeel dat die keuse van enige padprojek wat uitgevoer moet word, onderworpe moet wees aan die bereiking van 'n produktiwiteitsdrempel.

Wanneer 'n befondsingsreël geld wat bepaal dat projekte wat uitgevoer gaan word, aan 'n gegewe produktiwiteitsdrempel moet voldoen, is die wyse om projekte te kies eenvoudiger as wanneer 'n vaste begrotingsperk geld. Groepe onderling uitsluitende projekte wat onafhanklik van mekaar funksioneer, ding dan nie meer om befonding met mekaar mee nie, maar wel die alternatiewe projekte binne elke groep. Die aanvaarding van die voordeligste alternatiewe projekte binne die volle spektrum van groepe onafhanklike projekte vir uitvoering (op voorwaarde dat sulke alternatiewe die voorgeskrewe drempelwaarde van relatiewe voordeligheid oorskry) sal bydra tot groter verdelingsdoeltreffendheid en ekonomiese groei en ontwikkeling in 'n jurisdiksie.

Die drempelwaarde wat in die praktyk gekies word, moet die voordeel-koste-verhouding wees wat volgens die betrokke padowerheid se oordeel ooreenstem met renderende investeringsopbrengste wat in die private sektor behaal of nagestreef word. Indien die voordele van openbare padvoorsiening wesenlik van dié van die produksiefaktore in die private sektor verskil, sal sektorale koördinasie nie realiseer nie.

'n Gebalanseerde integrasie van padinfrastruktuur sodat dit naatloos as ekonomiese werktuig 'n verlengstuk van die produksiefaktore van die private sektor vorm, sal die beste vooruitsig hê om ekonomiese groei en ontwikkeling te ondersteun.

BIBLIOGRAFIE

- Boardman, A.E., Greenberg, D.H., Vining, A.R. & Weimer, D.L. 2018. *Cost-benefit analysis: Concepts and practice*. 5th ed. New York: Cambridge University Press.
- Committee of Transport Officials (COTO). 2017. *Socio-economic analysis of road projects*. Technical Methods for Highways (TMH) 20. Committee Draft CD1. Pretoria: COTO.
- Eberts, R.W. 2000. How levels of transportation investment affect economic health. In: Transportation Research Board, National Research Council. *Proceedings of conference: Information requirements for transportation economic analysis*, 21:38-40. Irvine, California.
- Lewis, D. 1994. Objectives and decision criteria for infrastructure investment. National Cooperative Highway Research Program, *NCHRP Research Results Digest* 200. Washington, D.C.: Transportation Research Board, National Research Council.
- Musgrave, R. 2017. *Public finance in theory and practice*. New York: McGraw-Hill.
- Musgrave, R.A. & Musgrave, P.B. 1989. *Public finance in theory and practice*. 5th ed. New York: McGraw-Hill.
- Pienaar, W.J. & Visagie, S.E. 2000. Guidelines for the choice of economic transport infrastructure projects. *Administratio Publica*, 10(1):91-107.
- Pienaar, W.J. 2002. Riglyne vir die keuse van ekonomiese openbare infrastruktuurprojekte. *Die Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie*, 21(2):47-55.
- Pienaar, W.J. 2018. Principles of social cost-benefit analysis of public road projects followed in South Africa. *South African Journal of Industrial Engineering*, 29(4):129-140.
- Pienaar, W.J. 2019. Riglyne by die keuse van padprojekte deur die owerheid. *Tydskrif vir Geesteswetenskappe*, 59(1):126-141.
- Thompson, M.S. 1980. *Benefit-cost analysis for programme evaluation*. London: Sage.
- Sentrale Ekonomiese Adviesdiens (SEAD). 1989. *Handleiding vir koste-voordeelontleding in Suid-Afrika*. Pretoria: SEAD.
- Weisbrod, G. & Weisbrod, B.A. 1997. Assessing the economic impact of transportation projects: How to choose the appropriate technique for your project. *Transportation Research Circular* 477. Washington, D.C.: Transportation Research Board, National Research Council.