

Evaluatie van begrotingspakketten : beschrijving van een experiment

Citation for published version (APA):

Kusters, R. J., Heemstra, F. J., & Genuchten, van, M. J. I. M. (1989). Evaluatie van begrotingspakketten : beschrijving van een experiment. *Informatie*, 31(11), 868-873.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1989

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

Evaluatie van begrotingspakketten: beschrijving van een experiment

R. Kusters, F. Heemstra en M. van Genuchten

Begrotingsmodellen als functiepunanalyse, COCOMO of Estimacs worden in de praktijk regelmatig gebruikt bij het begroten van software-ontwikkelpakketten. In dit artikel wordt beschreven hoe een aantal van deze modellen in een experimentele situatie is getoetst. De resultaten geven aan dat het gebruik van dergelijke modellen zeker als nuttig ervaren wordt door de betrokken projectleiders, maar dat de verkregen begrotingsresultaten met voorzichtigheid gebruikt moeten worden.

1 Inleiding

Een begrotingsmodel is een van de hulpmiddelen die gebruikt kunnen worden bij het begroten van een automatiseringsproject. De laatste tien jaar zijn er tientallen modellen ontwikkeld en vandaag de dag worden vele geautomatiseerde versies van modellen te koop aangeboden. Uit een recente enquête (Siskens, Heemstra en Van der Stelt, 1989) blijkt dat ook in Nederland dergelijke modellen in de praktijk worden gebruikt. Bekende voorbeelden van begrotingsmodellen zijn: functiepunanalyse, COCOMO, PRICE en Estimacs.

Het onderzoek dat in dit artikel wordt beschreven, is uitgevoerd door de vakgroep BISA van de Technische Universiteit Eindhoven in opdracht van Philips Corporate ISA-TMS. Het doel was het evalueren van de bruikbaarheid van een aantal van deze modellen door middel van een experiment. Geëvalueerd zijn geautomatiseerde versies van de modellen. In het vervolg zal dan ook voornamelijk over pakketten worden gesproken. Bij de evaluatie zijn zowel modeleigenschappen als eigenschappen van de implementatie meegenomen. De pakketten zijn door een aantal ervaren projectleiders, afkomstig uit diverse Philipsbedrijven, gebruikt bij het maken van een begroting van een project op basis van informatie die volgens de Philips PRODOSTA-standaard in een informatieplan beschikbaar dient te zijn. Hierbij is gebruik gemaakt van gegevens van een daadwerkelijk uitgevoerd project.

De selectie van de geëvalueerde pakketten wordt in paragraaf 2 beschreven en de opzet van het onderzoek in paragraaf 3. Vervolgens worden de resultaten in paragraaf 4 gepresenteerd en in paragraaf 5 besproken. De belangrijkste conclusies worden in paragraaf 6 nogmaals op een rij gezet.

2 Selectie van de te evalueren pakketten

Het onderzoek is begonnen met de selectie van een aantal pakketten uit de tientallen die momenteel beschikbaar zijn (Heemstra, 1989). De volgende praktische en theoretische argumenten hebben hierbij een rol gespeeld:

- Een geautomatiseerde versie van het model moet beschikbaar zijn, up to date zijn en moet ondersteund worden door een leverancier.
- Het pakket dient regels code niet als inputvariabele te gebruiken, aangezien het de wens van de opdrachtgever is de pakketten in een vroeg stadium van systeemontwikkeling te gebruiken. Naar onze mening is het niet mogelijk in een vroeg stadium van systeemontwikkeling het aantal regels code nauwkeurig te schatten.
- Het pakket dient calibratie te ondersteunen. Dit punt is volgens ons van groot belang. De produktiviteit bij de ontwikkeling van software is voor een groot gedeelte afhankelijk van de omgeving waarin zich deze ontwikkeling afspeelt. Het is niet aan te nemen dat een pakket zonder meer toepasbaar is in alle omgevingen. Men moet een pakket dus kunnen aanpassen aan de omgeving waarin het wordt gebruikt. Pakketten die deze mogelijkheid tot aanpassing, calibratie, niet bezitten komen dan ook niet in aanmerking voor verder onderzoek (Cuelenaere, 1987).
- Niet alleen de omgeving waarin het pakket functioneert is van belang, maar ook het soort systeem waarvoor het gebruikt wordt. Het experiment is uitgevoerd in een omgeving waarin voornamelijk bestuurlijke informatiesystemen worden gebouwd. De pakketten moeten in een soortgelijke omgeving ontwikkeld zijn.

Een nadere beschouwing over het gebruik van deze argumenten is te vinden in Heemstra, Van Genuchten en Kusters, 1989.

Van de op deze aspecten onderzochte pakketten voldeden alleen de produkten Before You Leap (BYL) en Estimacs. Deze werden in het vervolg van het onderzoek gebruikt.

3 Opzet van het experiment

Tijdens het experiment is aan ervaren projectleiders gevraagd vier begrotingen van een project te maken. Het project dat begroot is, betreft een door een informatiesysteemontwikkelafdeling ontwikkeld bonussysteem ten behoeve van een landelijke verkooporganisatie. Bij de presentatie van het case-materiaal is uitgegaan van documentatie zoals die volgens de Philips PRODOSTA-standaard in een informatieplan vastgelegd dient te zijn. Beschikbaar waren drie pagina's tekst met uitleg over onder andere de doelstelling van het project, de organisatorische omgeving en de functionele eisen. Verder zijn veertien bijlagen gegeven met daarin onder andere diagrammen die het universele of discoure aangeven, data flow-diagrammen, entiteit-associatie-diagrammen, de systeemcontext en gebruik/creër-matrices.

Het experiment is uitgevoerd met medewerking van

projectleiders van een aantal Nederlands Philipsbedrijven die allen jarenlange ervaring bezitten in het leiden van informatiesysteemontwikkelpojecten.

De eerste begroting van inspanning en doorlooptijd is gemaakt op basis van de kennis en ervaring van de projectleider. Deze begroting zullen we in het vervolg de handbegroting noemen. Vervolgens zijn twee begrotingen gemaakt met behulp van de geselecteerde pakketten. De volgorde waarin de projectleiders gebruik hebben gemaakt van de pakketten is hierbij per groep gewisseld. Deze begrotingen noemen we de pakketbegrotingen of, per pakket, BYL- en Estimacs-begroting. Tot slot is nog een eindbegroting gemaakt op basis van de ervaringen die de projectleiders in de loop van de dag hebben opgedaan (verder eindbegroting genoemd). Elke begroting is direct geëvalueerd

met behulp van een vragenlijst en het experiment is afgesloten met een discussieronde.

4 Resultaten

De resultaten, dat wil zeggen de geschatte doorlooptijd, inspanning en omvang, van de vier begrotingen (hand-, BYL-, Estimacs- en eindbegroting), staan vermeld in tabel 1. In deze tabel staat HAND voor de eerste handbegroting en EIND voor eindbegroting. In werkelijkheid zijn bij de uitvoering van het project de volgende resultaten behaald:
 Inspanning : 8 mensmaanden.
 Doorlooptijd: 6 maanden.
 Omvang : 6500 regels code.

Het verschil tussen deze werkelijkheid en de diverse begrotingen is opvallend. De bij de pakketten behorende vragen zijn ook door de eigenlijke ontwikkelaars van het systeem ingevuld nadat het systeem opgeleverd was. Gezien de bekendheid met de ontwikkelomgeving en de volledige kennis van het project zou men hier betere pakketbegrotingen verwachten. De resultaten waren echter:
 Inspanning met BYL : 18 mensmaanden.
 Doorlooptijd met BYL : 7,5 maanden.
 Inspanning met Estimacs: 54,4 mensmaanden.

Ook hier is een groot verschil tussen de werkelijkheid en deze begrotingen te constateren. Deze pakketbegrotingen en de pakketbegrotingen zoals die tijdens het experiment verkregen zijn, liggen echter in dezelfde orde van grootte.

5 Bespreking van de resultaten

In de inleiding is het doel van dit onderzoek weergegeven als 'het evalueren van een aantal pakketten middels een experiment'. Bij deze evaluatie waren we vooral in vier vragen geïnteresseerd.

– Ten eerste zijn we geïnteresseerd in de mate waarin de pakketten in staat zijn de werkelijkheid te benaderen, met andere woorden de nauwkeurigheid van de pakketten.

– Ten tweede, hoe groot deze nauwkeurigheid ook is, ze is zinloos als niemand zich iets van deze pakketten aantrekt. Onderzocht is dus of en in hoeverre gebruikers zich door dergelijke pakketten laten beïnvloeden bij het maken van projectbegrotingen.

– Een derde, hiermee samenhangend punt is of deze pakketten in de praktijk wel gebruikt zullen worden. Onderzocht is of de pakketten geaccepteerd zouden worden door de toekomstige gebruikers.

– Ten vierde is bekeken of regels code in een vroeg stadium van informatiesysteemontwikkeling te gebruiken zijn als indicatie voor de omvang van het produkt.

Projectleiders	Begrotingsresultaten								
	Inspanning (in mensmaanden)				Doorlooptijd (in maanden)			omvang in regels code	
	HAND	BYL	ESTIMACS	EIND	HAND	BYL	EIND		
1	18	28,3	33,3	18	11	8,9	11	12500	
2	16	26	30,2	25	8	8	10	–	
3	72	30,4	34	40	12	9,2	12	10000	
4	10	25,8	41,4	10	10	8,6	10	8000	
5	30	30,5	71,5	36	12	8,3	15	20000	
6	48	49,2	47	48	12	9,8	12	–	
7	45	53	49,7	47	21	10	16	–	
8	15	36,3	53,1	20,6	9	12,5	20,6	–	
9	42	23	62	35	10	8	10	–	
10	8,5	15	33,4	10	3,5	7	6	8000	
11	12	30	42,2	15	14	12	12	20000	
12	17,5	3,9	70,9	17,5	10,5	4,2	10,5	–	
13	30	3,6	62	30	12	4,1	12	1000	
14	33	32,9	48,4	33	12	9,4	12	–	

Tabel 1: Overzicht van de begrotingsresultaten

	Begrotingsresultaten								
	Inspanning (in mensmaanden)				Doorlooptijd (in maanden)				
	HAND	BYL	ESTIMACS	EIND	HAND	BYL	EIND		
gemiddelde standaard- afwijking	28,4	27,7	48,5	27,7	11,2	8,5	12,1		
	18,3	14,0	13,9	12,8	3,7	2,4	3,4		

Tabel 2: Samenvatting van de resultaten

Deze vier vragen worden nu achtereenvolgens besproken. Bij deze bespreking zal gebruik worden gemaakt van zowel de kwantitatieve resultaten (het verkregen cijfermateriaal) als van de kwalitatieve resultaten (de antwoorden op de open vragen en de discussieresultaten).

5.1 Nauwkeurigheid

Als de resultaten bekeken worden, is duidelijk te zien dat de afwijkingen ten opzichte van de werkelijk verkregen resultaten bijzonder groot zijn. Dat er afwijkingen zouden zijn was te verwachten, al waren we verrast door de omvang van de afwijkingen. Immers, bij de selectie van de pakketten is weliswaar als criterium gehanteerd dat de pakketten calibratie moeten ondersteunen, maar dat wil niet zeggen dat een dergelijke calibratie ook is uitgevoerd. Het zal duidelijk zijn dat het calibreren van een pakket in een ontwikkelomgeving een aangelegenheid is die veel tijd en geld kost. Binnen het kader van het experiment ontbrak de mogelijkheid hiertoe. Een niet-gecalibreerd instrument mag niet op de gemiddelde voorspelfout beoordeeld worden.

De spreiding van de antwoorden geeft echter wel informatie. Alle deelnemers aan het experiment zijn immers uit eenzelfde soort omgeving afkomstig, zodat verwacht kan worden dat het effect van het niet-gecalibreerd zijn voor alle deelnemers vergelijkbaar is. In tabel 2 staan behalve de gemiddelden ook de standaardafwijkingen vermeld. Als we die als uitgangspunt nemen, kunnen we de nauwkeurigheid van de begrotingen aflezen uit het verschil tussen de standaardafwijking van de handbegrotingen en die van de pakketbegrotingen. Hieruit zijn twee conclusies te trekken.

De eerste conclusie is dat niet aangetoond is dat de pakketten het beter doen dan de projectleiders. Als men kijkt naar de cijfers, dan is te zien dat de varianties van de pakketbegrotingen weliswaar niet significant lager, maar toch wel lager liggen dan die van de overeenkomstige handbegrotingen (zie tabel 2).

Een tweede conclusie is te trekken op basis van het opmerkelijke verschil tussen de gemiddelde begrotingsresultaten van de pakketten BYL en Estimacs. Hier zit bijna een factor twee verschil in, terwijl de spreiding onderling niet veel verschilt. De noodzaak van calibratie wordt hierdoor nog eens extra onderstreept.

5.2 De invloed van de pakketten

De vraag die hier aan de orde komt, is of de projectleiders zich laten beïnvloeden door het gebruik van de pakketten bij het maken van een begroting. Aan de hand van de resultaten is niet direct aan te geven of

er sprake is van een dergelijke invloed. Men kan weliswaar een daling in de standaardafwijking constateren tussen hand- en eindbegroting, maar dit wordt voornamelijk veroorzaakt door één enkele uitbijter. Wel kan met behulp van de Wilcoxon-rangsomtoets geconstateerd worden dat de volgorde waarin de pakketten gebruikt worden van enige invloed is op de eindbegroting. Bovendien kan men kijken naar de beantwoording door de deelnemers aan het experiment van de volgende vragen:

- Was uw handbegroting ongelijk aan uw eindbegroting?
- Heeft het gebruik van de pakketten uw eindbegroting beïnvloed?

Op de eerste vraag werd acht maal 'ja' en zes maal 'nee' geantwoord. Bij de tweede vraag was dit negen maal 'ja' en vijf maal 'nee'. Een meerderheid is overtuigd dat het gebruik van de pakketten wel degelijk invloed heeft gehad.

Samengevat zijn we dan ook van mening dat projectleiders zich in geringe mate door het gebruik van de pakketten laten beïnvloeden. Een verklaring kan gelegen zijn in een consensusverhogende werking van de pakketten. In welke richting dit effect gaat is op basis van het cijfermateriaal niet aan te geven. Er is weliswaar een daling in de variantie te constateren, maar het effect is niet zo groot dat men er veel betekenis aan kan hechten

5.3 Acceptatie

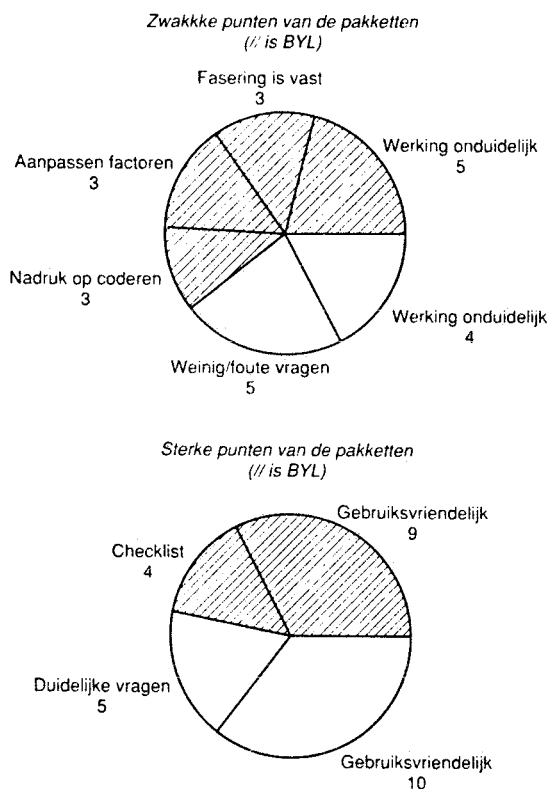
Een belangrijke vraag is of deze pakketten in de praktijk geaccepteerd zullen worden als hulpmiddel. Om deze vraag te beantwoorden is bij de evaluatie van zowel het pakket BYL als het pakket Estimacs aan de veertien deelnemende projectleiders een aantal vragen gesteld. Allereerst zijn vragen gesteld die betrekking hebben op sterke en zwakke punten van beide pakketten (zie ook figuur 1). Vervolgens wordt ingegaan op het punt 'acceptatie'.

Sterke punten van BYL zijn:

- de gebruiksvriendelijkheid (wordt 9 keer genoemd);
- de mogelijkheid die het pakket biedt als checklist (4 keer).

De zwakke punten van BYL zijn volgens de projectleiders:

- de onduidelijkheid van de werking van het pakket (5 keer genoemd);
- de onmogelijkheid een eigen fasering aan te brengen (3 keer);
- moeilijkheden met het aanpassen van de coëfficiënten (3 keer);



Figuur 1: Sterke en zwakke punten van de pakketten

vraag	antwoord		
	ja	nee	geen antwoord
Is BYL bruikbaar?	9	5	0
Zou u BYL gebruiken?	6	8	0
Is Estimacs bruikbaar?	8	5	1
Zou u Estimacs gebruiken?	7	5	2
Zijn dergelijke pakketten bruikbaar?	11	2	1
Zou u een van deze pakketten gebruiken?	11	2	1

Tabel 3: Overzicht van de antwoorden op vragen betreffende acceptatie

Pakket	Projectleiders													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
BYL	1	1	1	3	3	3	2	3	3	3	1	1	1	1
ESTIMACS	1	1	3	2	2	2	2	2	1	2	3	1	2	1

Tabel 4: Het oordeel van de projectleiders over beide pakketten. De waarderingsschaal loopt van 0 (slecht) tot 4 (goed); 2 is voldoende

– de te sterke nadruk op de fase coderen (3 keer).

Als sterke punten van ESTIMACS worden genoemd:
 – gebruiksvriendelijk (wordt 10 keer genoemd);
 – de duidelijke vragen (5 keer).

Volgens de projectleiders zijn de zwakke punten van ESTIMACS:

– het stellen van te weinig en niet de juiste vragen (5 keer);
 – de onbekendheid met de inhoud/werking van het pakket (4 keer).

Aan de projectleiders is verder gevraagd welke zaken worden gemist bij beide pakketten. Wat BYL betreft wordt hierop geantwoord:

– het pakket moet meer rekening houden met omgevingsinvloeden (4 keer);
 – het pakket zou de mogelijkheid moeten bieden een eigen fasering te gebruiken (3 keer);
 – het pakket moet mogelijkheden bieden om te manipuleren met de relatie tussen doorlooptijd en inspanning (dit wordt 3 keer genoemd).

Bij het pakket ESTIMACS slaan alle zaken die gemist worden op de slechte aansluitmogelijkheden op de eigen ontwikkelomgeving.

Specifiek op het punt van de acceptatie zijn voor elk model de volgende vragen gesteld:

– Denkt u dat dit pakket bruikbaar is voor het begroten van projecten in de praktijk?
 – Zou u dit pakket in de praktijk gebruiken?

Daarnaast zijn voor pakketten in het algemeen nog de volgende vragen gesteld:

– Beschouwt u dergelijke pakketten als een mogelijk hulpmiddel bij het begroten van softwareprojecten?
 – Als u een of meerdere van deze pakketten tot uw beschikking zou krijgen, zou u het dan gebruiken bij het begroten van softwareprojecten?

De antwoorden op deze vier vragen zijn samengevat in tabel 3.

Aan de projectleiders is tenslotte ook nog de vraag gesteld een totaaloordeel over beide pakketten uit te spreken. De resultaten staan vermeld in tabel 4.

Niemand vond de pakketten echt goed (waardering 4), maar ook niemand vond ze echt slecht (waardering 0). Beide pakketten krijgen een gemiddelde beoordeling die rond de voldoende ligt. Interessant is het op te merken dat de spreiding van de beoordeling van het pakket Estimacs kleiner is dan die van het pakket BYL. De 'gemiddelde' waarde 2 komt bij

BYL maar éénmaal voor en bij Estimacs maar liefst 7 maal. Klaarblijkelijk bestaat er bij de projectleiders een grotere eensluidendheid over de kwaliteit van Estimacs dan over de kwaliteit van BYL.

Tijdens de discussie na afloop van het experiment is als manco van de twee geëvalueerde pakketten nadrukkelijk genoemd het ontbreken van de mogelijkheid van koppeling met eigen ontwikkelstandaarden, -definities en -begrippen.

Het onderwerp acceptatie is tijdens de discussie uitgebreid aan de orde geweest. Over het algemeen verwachten de projectleiders op dit punt geen problemen als dergelijke hulpmiddelen in hun organisatie geïntroduceerd worden. Ook al is de kwaliteit van de huidige pakketten niet overweldigend, dan nog verdient het aanbeveling deze als hulpmiddel te gebruiken.

Naar de mening van de projectleiders is het grootste voordeel dat op dit moment met dergelijke pakketten te behalen is, het gebruik als een soort checklist; 'de pakketten attenderen je op een aantal aspecten die je anders over het hoofd gezien zou hebben.' Een ander voordeel dat een aantal keren genoemd is, is de mogelijkheid van het bepalen van de gevoeligheid van de kostenbepalende factoren.

Samengevat kan worden geconcludeerd dat de deelnemende projectleiders niet enthousiast zijn over de twee pakketten, maar deze wel als nuttig ervaren.

5.4 Regels code als schatter

De vraag die gesteld wordt, is of het aantal regels code in een vroeg stadium van systeemontwikkeling bruikbaar is als een maat voor de omvang van het te ontwikkelen systeem. Een alternatieve maat is het aantal functiepunten, een maat die is voorgesteld door Albrecht (1983). Aan de projectleiders is gevraagd of zij een schatting voor het aantal regels code zouden willen geven. Deze schatting is vergeleken met een schatting voor het aantal functiepunten die door beide pakketten geleverd wordt.

Voor de vergelijking zullen we gebruik maken van de variatiecoëfficiënt, die als indicatie kan dienen voor de kwaliteit van de voorspellingen. De volgende resultaten werden bereikt:

Variatiecoëfficiënt met regels code:	0.59
Variatiecoëfficiënt met functiepunten met behulp van BYL:	0.22
Variatiecoëfficiënt met functiepunten met behulp van Estimacs:	0.24

Op grond van het cijfermateriaal is duidelijk dat regels code als schatter voor de omvang van een product in een vroeg stadium van ontwikkeling minder goed functioneert dan een beschikbaar alternatief, namelijk functiepunten. Deze conclusie wordt bevestigd

door het feit dat slechts zeven van de projectleiders zich in staat achten een dergelijke schatting van de omvang in regels code te geven. Ook tijdens de discussie kwam naar voren dat er onder de projectleiders geen enkel vertrouwen in deze maat bestond.

6 Conclusies

De conclusies van het experiment zijn gebaseerd op kwantitatieve resultaten en op meningen van de betrokken projectleiders. De belangrijkste conclusie is dat op grond van de geconstateerde verschillen tussen de begrotingen en de realiteit niet blijkt dat de geselecteerde pakketten bruikbaar zijn voor het begroten van projecten in een vroeg stadium van systeemontwikkeling. De begrotingen die door ervaren projectleiders gemaakt zijn, liggen echter zover uiteen dat geconcludeerd kan worden, dat men op basis van de informatie uit een informatieplan ook geen resultaten hoeft te verwachten die bruikbaar zijn als begroting.

Wat betekent dit nu voor de onderzochte pakketten? Ten eerste moet opgemerkt worden dat uit de resultaten niet bleek dat de pakketresultaten slechter waren dan de vergelijkbare handbegrotingen. De pakketten 'deden' het ongeveer even goed als de projectleiders. Verder viel te constateren dat indien de eis 'vroeg toepasbaar' buiten beschouwing wordt gelaten, beide pakketten door de projectleiders weliswaar niet als goed gewaardeerd worden, maar wel als nuttig. Grote verschillen daarin tussen de beide pakketten zijn niet waar te nemen. Bij de projectleiders werd ook een behoefte gesignaleerd aan een hulpmiddel bij het begroten van projecten. Een pakket zou deze functie kunnen vervullen. Het zal dan naar hun mening vooral waarde hebben als checklist en als communicatiemiddel. Een probleem dat zij signaleerden is dat de terminologie van de pakketten niet aansluit bij de binnen de eigen organisatie gebruikte terminologie.

In dit onderzoek is niet aangetoond dat de pakketten bruikbaar zijn in de zin dat ze voorspellingen opleveren die voldoende nauwkeurig zijn om er een begroting op te kunnen baseren. Ook andere onderzoeken, onder andere van Kemerer (1987) en Mohanty (1981) slaagden er niet in dit aan te tonen. Ondanks de tientallen publikaties over begrotingspakketten die de afgelopen jaren zijn verschenen zijn ons geen empirische onderzoeken bekend waarin aangetoond wordt dat begrotingspakketten in staat zijn nauwkeurige begrotingen te geven. Voorzichtigheid bij het gebruik van dergelijke pakketten is naar onze mening dan ook ten zeerste geboden.

Literatuur

- Albrecht, A.J. en J.E. Gaffney (1983), 'Software Function, source lines of code, and development effort prediction: a software science validation', *IEEE Transactions on Software Engineering*, volume SE-9, no. 6.
- Cuelenaere, A.M.E., M.J.I.M. van Genuchten en F.J. Heemstra (1987), 'Een expert systeem voor het gebruik van een software begrotingsmodel', *Informatie* jaargang 29, speciaal nummer, blz. 602-612.
- Heemstra, F.J., M.J.I.M. van Genuchten en R.J. Kusters (1989), *Selection of software cost estimation models*, Report TUE/BDK, Technische Universiteit Eindhoven.
- Siskens, W.J.A., Heemstra, F.J. en H. van der Stelt (1989), 'Kostenbeheersing bij automatiseringsprojecten: een empirisch onderzoek', *Informatie* 31-1, blz. 34-43.
- Heemstra, F.J. (1989), *Hoe duur is programmatuur? Begroten en beheersen van software-ontwikkeling*, Kluwer, Deventer, 1989.
- Kemerer, C.F. (1987), 'An empirical validation of software cost estimation models', *Communications of the ACM*, vol. 30, nr. 5, blz. 416-429.
- Mohanty, S.N. (1981), 'Software cost estimation: present and future', *Software - practice and experience*.
- Dr. R.J. Kusters en dr. ir. F.J. Heemstra zijn als universitair docent verbonden aan de technische Universiteit Eindhoven, faculteit Bedrijfskunde, vakgroep Bestuurlijke Informatiesystemen en Automatisering. Ir. M.J.I.M. van Genuchten werkt bij de Philips-afdeling Corporate Organization & Efficiency en de vakgroep Bestuurlijke Informatiesystemen en Automatisering van de faculteit Bedrijfskunde van de Technische Universiteit Eindhoven.*
-