

MAPI investeringskalkulen.

Af ERIK JOHNSEN*)

1. MAPI-kalkulen.

Det, man for praktiske beregninger af rutineinvesteringers rentabilitet har brug for, er en på et vist teoretisk grundlag opbygget tommelfingerregel. Mere betydningsfulde investeringer kræver et studium og muligvis kræver hver større investering sin egen specielle model. Mindre betydningsfulde (hvis klassificering man her skal overlade til investors eget skøn) kan der ofte træffes beslutning om efter et standard-skema, der udfyldes med tilgængelige tal, som sættes sammen til et rentabilitetsmål for sammenligning med andre alternativer, herunder dette ikke at investere.

MAPI-kalkulen er en sådan tommelfingerregel. Den er udarbejdet af *George Terborgh* ved *Machinery and Allied Products Institute*, reference: Terborgh, 1958, og den har udviklet sig til et så anvendt praktisk investeringsgrundlag, at der er grund til at fremstille og diskutere den med henblik på anvendelser her i landet.

Efter Terborghs system karakteriseres hvert investeringsalternativ ved sin »MAPI Urgency Rating«, som er en form for investeringens interne rentefod eller, om man vil, forrentningsprocent, idet den simpelthen er forholdet mellem investeringens nettoudbytte efter skat i dens første leveår og det investerede beløb udtrykt i procent. Det afgørende er imidlertid, hvorledes man finder frem til disse beløb, og da man i MAPI kalkulen gør det på sin egen (og ganske velmotiverede) måde, falder det naturligt at kalde dette specifikke mål for investeringens rentabilitet for *MAPI-renten*.

Som diskussionsgrundlag skal nu opstilles det standard skema, der leder frem til MAPI-renten (Terborgh, 1958, s. 103-04).

*) cand. oecón., amanuensis ved Handelshøjskolen i København.

2. *MAPI-skemaet.*

Kalkulationsskema for projekt nr. _____

I. Investeringsbeløb

1. Anskaffelses- og installationsomkostninger	Kr. _____
2. Udskiftningsværdi af gammelt anlæg, hvis projektet realiseres ..	Kr. _____
3. Nødvendig investering i gammelt anlæg, hvis projektet ikke realiseres	Kr. _____
4. Værdi af frigjort eller undgået investering (2+3)	Kr. _____
5. Nettoinvesteringsbeløb (1-4) = investeringens offeromkostn.	Kr. _____

II. Projektets afkast i første år**A. Indbetalings-udbetalingsvariation**

6. Budgetteret driftstid i timer pr. år	_____	_____
Virkninger på indbetalingssiden		
7. Ændringer i produkternes kvalitet	Stigning, kr. _____	Fald, kr. _____
8. Ændring i produktionens størrelse	_____	_____
9. Ialt	A. _____	B. _____
Virkninger på udbetalingssiden		
10. Direkte arbejds løn	_____	_____
11. Indirekte arbejds løn	_____	_____
12. Andre personaleomkostninger end lønomkostn. ..	_____	_____
13. Vedligeholdelse	_____	_____
14. Forbrug af værktøjer	_____	_____
15. Materialeforbrug	_____	_____
16. Brok og omgøring af arbejde	_____	_____
17. Maskinstop	_____	_____
18. Kraftforbrug	_____	_____
19. Gulvplads	_____	_____
20. Skat (ejendoms-, formue-) og forsikring	_____	_____
21. Underleverandører	_____	_____
22. Lager	_____	_____
23. Sikkerhed	_____	_____
24. Fleksibilitet	_____	_____
25. Andet	_____	_____
26. Ialt	A. _____	B. _____
27. Nettostigning i indbetalinger (9A-9B)	_____	Kr. _____
28. Nettofald i udbetalinger (26B-26A)	_____	Kr. _____
29. Næste års differensbetaling (27+28)	_____	Kr. _____

B. Kapitalvariation

30. Undgået kapitalforbrug et år frem ved projektets realisering:	
A. Nedgang i det gamle anlægs udskiftningsværdi (jfr. lin. 2) ..	Kr. _____
B. Næste års andel af løbet linie 3	Kr. _____
Ialt	Kr. _____

Differensbidrag

31. Næste års differensbidrag (29+30)	Kr. _____
---	-----------

III. Beregning af MAPI-renten

32. Næste års differensbidrag efter indkomstskat (31-skate)	Kr. _____
33. Kapitalforbrug efter MAPI-formel nr. _____	Kr. _____
34. Investeringens nettobetaling (32-33)	Kr. _____
35. MAPI-renten (34 : 5) · 100	_____ %

3. Diskussion af de enkelte poster i MAPI-skemaet.

ad. 1. Investeringsbeløbet.

Da det mål, man har antaget for investeringens rentabilitet, er et nøjere defineret afkast sat i forhold til det investerede beløb, kræves der en fastlæggelse af disse størrelser blandt de mange vurderingsmuligheder, der kan blive tale om. Investeringsbeløbet er her defineret som det beløb man ofrer ved at gennemføre investeringen i dag. Offeret beregnes dog uden hensyntagen til de muligheder, der måtte opstå, hvis man venter til et fremtidigt tidspunkt. Man sammenligner udelukkende nuværende teknisk realisable alternativer. Dog ville her ikke være noget til hinder for at lave en special kalkule under forventede fremtidige tekniske forudsætninger, spørgsmålet ville så blot blive, hvad der skulle indgå i linie 2. Er det det nuværende anlæg eller er det det anlæg, man eventuelt agter at erstatte det nuværende med og som man så vil lade køre, til nye tekniske forudsætninger kan realiseres? Svaret er, at der må udregnes et investeringsbeløb for hver mulig kombination af nutid og fremtid. Men det gør man normalt ikke i MAPI-kalkulen, og denne indskrænkning må man være opmærksom på og eventuelt ophæve.

ad. 1. Anskaffelses- og installeringsomkostningerne er samtlige betalinger i forbindelse med at få det potentielt nye anlæg gjort køreklart. Hertil kommer beregnede betalinger (eller omkostninger om man vil, idet disse begreber i dette tilfælde ækvivalerer hinanden) for ombygning, nedbrydning, genopstilling m. v. af allerede eksisterende anlæg, der skal indgå i det nye, samt lagre hvis sådanne er nødvendige.

ad. 2. Udskiftningsværdien af den del af det nuværende anlæg, der remplaceres er salgsværdien minus samtlige nedbrydnings-, transport- og salgsomkostninger og minus skatten af dette beløb. Dette beløb kan være nul eller negativt. Hvis der ikke eksisterer noget remplasabelt anlæg skal der naturligvis skrives nul på linien, da MAPI-kalkulen ikke fordrer, at der er sammenligningsmulighed med et allerede eksisterende anlæg.

ad. 3. Der kan her være tale om nødvendige reparationsomkostninger såvel som ønskelige forbedringsomkostninger. Det afgørende er, hvilket beløb man agter at anvende på anlægget, hvis man ikke anskaffer det nye. Dette er i sig selv diskutabelt og ikke uafhængigt af investeringsprojektet.

ad. 5. Nettoinvesteringsbeløbet kan i visse tilfælde blive negativt. Med en positiv nettobetaling i linie 34 får man da en formelt negativ MAPI-rente. Men i kraft af det negative nettoinvesteringsbeløb er der ikke tale om et investeringsprojekt, men om en disinvestering. Derfor vil MAPI-renten således udregnet placere projektet højt.

ad. II. Projektets afkast i første år.

Terborghs argumentation for at gå eet år frem, og altså ikke se på ind- og udbetalinger i hele investeringsens levetid, er praktisk betonet. Da der normalt er tale om udskiftning, har man et sammenligningsgrundlag i det tilstedeværende apparatur. Dets grænseomkostninger pr. tidsenhed vil normalt være stigende, og kan det betale sig at udskifte på basis af en beregning over een tidsenhed frem, kan det så meget mere betale sig at udskifte, hvis man beregner over flere. Derfor er første tidsenhed (normalt) tilstrækkelig. Valget af eet år som tidsenhed begrundes med, at praktikere er vant til at tænke i regnskaber og at de fleste data findes udtrykt pr. år, at skattebetalinger udregnes pr. år og endelig at afskrivninger og rentesatser normalt hæftes på tidsenheden eet år.

Det bemærkes, at det er projektets afkast i dets første normale driftsår, der er tale om; d.v.s. at året beregningsmæssigt først starter efter en eventuel indkøringsperiode.

Afsnit II A er baseret på, at tallene skal være beregnede og skønnede afvigelser fra det nuværende anlægs ind- og udbetalinger. Hvis der ikke findes noget sammenligningsgrundlag, bliver hele B-kolonnen nul.

ad. 6. Dette punkt bør tillige indeholde oplysning om det budgetterede antal enheder, man agter at producere pr. år.

ad. 7-9. Virkningerne på indbetalingssiden er utilstrækkelig behandlet i MAPI-skemaet. Linie 7 og 8 tager nærmest sigte på den situation, at anlægget producerer et hjælpemateriale eller en del af en helhed og at hele produktionen anvendes andetsteds i virksomheden. Man kan i så fald godt tilregne produktionsstedet en indbetaling, men mere relevant er det vel at betragte produktivitetsændringen som en omkostningsændring for virksomheden som helhed.

Tænker man sig, at anlægget afkaster færdigprodukter, der sælges ud af huset, kan man kun undlade at tage indbetalingssiden i betragtning, hvis det nye anlæg afkaster identiske produkter set fra aftagernes side og disse afsættes i samme mængde og til samme pris. Det nye anlægs fordele vil da afspejle sig over ændrede udbetalinger.

Hvis det nye anlæg giver en signifikant ændring af virksomhedens afsætnings- og omsætningsstruktur, må der imidlertid tages hensyn hertil. Dette kan eventuelt foregå efter følgende mønster:

	Stigning kr.	Fald kr.
Direkte virkning på omsætningen	_____	_____
Indirekte virkning på omsætningen	_____	_____
Virkning på virksomhedens hele salgsindsats, herunder		
Kvalitet	_____	_____
Reklame	_____	_____
Sælgerindsats	_____	_____
Kreditomkostninger	_____	_____
Distributionsomkostninger	_____	_____
Andet	_____	_____
Ialt	A.	B.

Den salgsindsats, virksomheden sætter ind, kan eventuelt opdeles i den, der direkte vedrører produkter, der har med anlægget at gøre og de, der ikke har, ligesom de nævnte handlingsparametre naturligvis må erstattes med den konkrete virksomheds faktisk anvendte parametre. MAPI-skemaets pkt. 7-9 bør altså suppleres.

ad. 10-17. Disse punkter er relevante og velspecificerede poster, der normalt ikke volder vanskeligheder.

ad. 18-20. Selv om der her er tale om fordelte omkostninger vil man i kraft af, at der normalt vil være et sammenligningsgrundlag i det nuværende anlæg have mulig for at indsætte rimelige tal.

ad. 21. Denne vedrører de faktiske udbetalinger til underleverandører, ikke hvad man eventuelt måtte spare eller tjener i leveringsændringer.

ad. 22. Denne post kræver et mere indgående studium af den stund samtlige lageromkostninger indgår minus eventuelle lageromkostninger, der er indeholdt i pkt. 1. Da omkostninger imidlertid stadig skal forstås synonyme med udbetalinger, bliver der her kun opført arbejdsomkostninger på lageret, lagerrente og andre direkte lageromkostninger, medens omkostninger forbundet ved ikke-leveringsdygtighed ikke tages med.

ad. 23-25. Disse poster kan være vanskelige at vurdere, og for 23 og 24 burde der måske blot stå enten +, 0 eller —.

Punkterne 7-29 vedrører stort set faktiske ind- og udbetalinger. Anderledes forholder det sig ved de sidste poster under II B.

ad. II B. Der er her tale om beregnede udbetalinger der skal ækvivalere et vist kapitalslid og en vis forældelse. II. B. skal kun udfyldes, hvis linie 4 er forskellig fra nul.

ad. 30. A. Udskiftes nu, undgår man at udskiftningsværdien falder. Forskellen mellem det gamle anlægs nuværende udskiftningsværdi og dets udskiftningsværdi om et år vurderes groft og anføres under denne post.

ad. 30. B. Hvis investering i gammelt anlæg er nødvendig for at opretholde dets ønskede ydeevne, vælges en vis afskrivningsperiode ganske groft for denne investering, og det kommende år tilregnes sin del af kapitalforbruget. Terborgh går ind for, at denne simple metode er tilstrækkelig sikker for formålet at give et groft billede. Rente af det i gennemsnit investerede beløb bør dog formentlig tillægges, hvilket ikke komplicerer beregningen unødigt.

ad. III. Beregning af MAPI-renten.

ad. 32. Differensbidraget beskattes efter den procent, der gælder for firmaet, og denne skat trækkes ganske simpelt fra, således at man får et bidrag til dækning af kapitalforbrug og gevinst. Det bemærkes, at skattemæssigt er omkostningerne det relevante begreb, medens det i investeringsovervejelser udelukkende er de faktiske betalinger, der spiller en rolle. Både under pkt. II. A. og pkt. II. B. indgår beregnede betalinger som skattemæssigt er synonyme med omkostninger, subs. med indtægt. Det er altså ikke muligt i MAPI-kalkulen at operere med rene ind- og udbetalingsstørrelser.

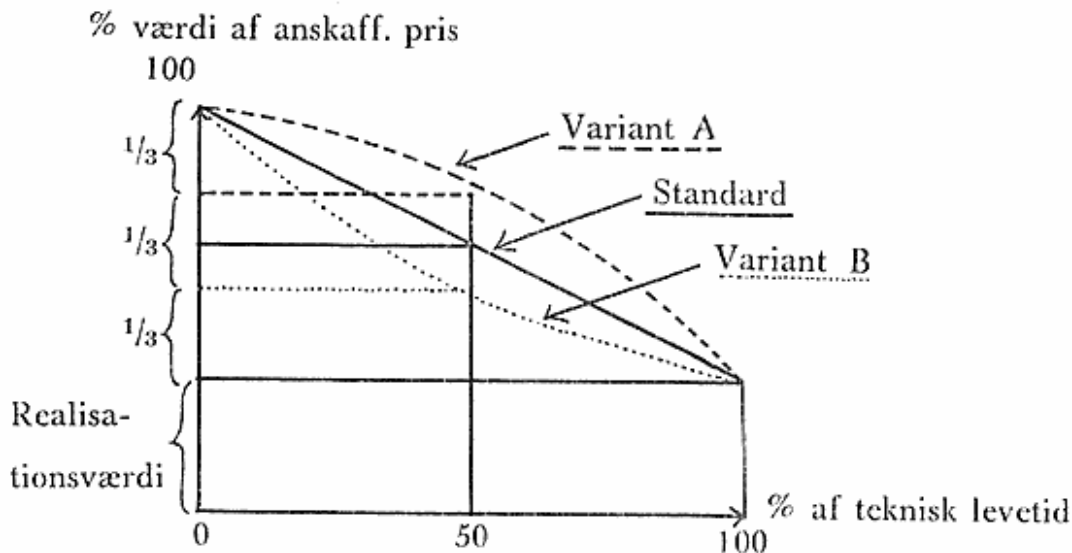
ad. 33. Beregningen af kapitalforbruget er normalt det vanskeligste (rent regneteknisk) i en investeringskalkule, og det er navnlig her, MAPI-kalkulen sætter ind med lettelser. Det sker over et sæt nomogrammer, hvori hensyn tages til det tidsmæssige forløb af investeringsprojektets dækningsbidrag, afskrivningsmåden, dens skattesæssige konsekvenser, samt finansieringsomkostningerne. Nomogrammerne kan ikke reproducere på dette sted, men der vil i afsnit 4 blive udledt og gengivet 6 formler, der erstatter dem, og som man for beregningsformål kan indsætte direkte i.

Et års kapitalforbrug er defineret s. 66 som de kapitaliserede fremtidige nettoafkast ved årets begyndelse minus de kapitaliserede fremtidige nettoafkast begge efter skat ved årets slutning.

De fremtidige nettoafkast er normalt vanskeligt beregnelige, og de erstattes derfor af et slags dækningsbidrag, nemlig det beløb som anlægget hvert år bidrager til dækning af omkostninger, der ikke er direkte sammenhængende med anlægget og til nettofortjeneste efter skat. Dette bidrag formindskes i samme omfang som de anlægs-direkte omkostninger vokser. Disse antages her at vokse med slid og med forældelse af anlægget. Går man videre ud fra, at alternative anlægs virkning på virksomhedens totale omsætning er den samme, kan udviklingen i dækningsbidrag tages som et partielt afgørelseskriterium for hvilket anlæg, der er bedst.

Man har altså: anlægges dækningsbidrag = virksomhedens totalomsætning (hvortil anlægget medvirker) minus anlægsdirekte omkostninger.

Udviklingen i årligt dækningsbidrag må være faldende. Den kan falde efter en ret linie (standard), langsommere til at begynde med (variant A) og hurtigere til at begynde med (variant B). Disse tre forløb er optegnet i figur 1. For variant A's vedkommende regner man med, at når halvdelen af den tekniske levetid er forløbet, er indtjeningssevnen eller »service value«, som Terborgh kalder den faldet i værdi $\frac{1}{3}$ af forskellen mellem anskaffelsespris og realisationsværdi, medens det



Figur 1.

Udviklingsmuligheder for et anlægs evne til at indtjene dækningsbidrag som en funktion af anlæggets tekniske levetid

samme tal variant B er $\frac{2}{3}$. Disse tal er naturligvis vilkårligt valgte, men afspejler typiske forløb, der vel er forsvarlige for tommelfingerbrug. Iøvrigt gælder, at de udviklede formler kun er nøjagtige hvis den teknisk levetid er 10 år, men at variationen ikke er betydningsfuld, hvis levetiden ændrer sig.

Det fremhæves af Terborgh, at man ikke må forveksle figur 1 med de sædvanlige afskrivningsmetoder og udviklingen i bogført værdi. De skal forstås som det mønster, efter hvilket indtjeningssevensen udvikler sig for anlægget. At dette så fordrer en vurdering af forældelses- og slitageprocessen er en anden sag. Hvis forældelsen er relativt stærkere end slitage, taler det for variant B. Er det omvendte tilfældet, taler det for variant A. En jævn forældelse og slitage (som ofte er realistisk) taler for standard-forløbet. En analyse må i hvert enkelt tilfælde afklare disse forhold.

Man finder herefter kapitalforbruget i første år udtrykt i procent af beløbet i linie 1 ved at indsætte i een af nedenstående formler, hvorefter det konkrete beløb indsættes i pkt. 33:

I. Standard + skattemæssig afskrivning efter differensrække-metoden;*)

*) Det amerikanske skattevæsen anerkender tre typer afskrivninger: *rette linie* med et konstant beløb afskrevet pr. år, *»double declining balance«* med en afskrivning, der på den ikke afskrevne saldo er dobbelt så stor som efter rette linies metode, og endelig *»sum-of-years'-digits«*, her kaldet *differensrække-metoden*. Denne virker på følgende måde. Først findes summen af det antal år, man vil afskrive over. Er der n år, bliver det summen af en differensrække med n led og differensen 1, eller $\frac{1}{2}n(n+1)$. Dernæst afskriver man det første år $n/\frac{1}{2}n(n+1)$ af anskaffelsessummen, det næste år $(n-1)/\frac{1}{2}n(n+1)$ o.s.v. For en femårig afskrivningsperiode vil brøkerne eksempelvis se således ud: 5/15, 4/15, 3/15, 2/15 og 1/15 i henholdsvis første, andet, tredje, fjerde og femte år.

Terborgh er inde på (s. 119) og påviser senere (appendix H), at differensrække-metoden giver næsten samme resultat som saldoafskrivning, hvis man på et eller andet tidspunkt i denne afskrivningsform går over til rette linie, f. eks. ved midten af perioden.

Differensrække-metode formlerne vil derfor være de mest relevante for danske forhold, hvor saldoafskrivninger er de almindeligste i henhold til afskrivningsloven. Adskillige danske virksomheder ligger på en skatteprocent på 40. Da Terborgh (s. 244) gengiver formler direkte udregnet for saldoafskrivning og skatteprocent 50, skal disse anføres i afsnit 4 til supplerung af formlerne I-VI:

VII: Standard + saldoafskrivning;

VIII: Variant A + saldoafskrivning;

IX: Variant B + saldoafskrivning.

- II. Standard + skattemæssig afskrivning som et fast årligt beløb (retlinet afskrivning);
- III. Variant A + differensrække-afskrivning;
- IV. Variant A + retlinet afskrivning;
- V. Variant B + differensrække-afskrivning;
- VI. Variant B + retlinet afskrivning.

Den grove klassifikation af indtjeningssevnen giver normalt let en placering af anlægget, og den skattemæssige afskrivning vil normalt være lovgivningsmæssigt bestemt, således at valg af formel bliver simpel. Ofte vil en af formlerne VIII–IX være en anvendelig tilnærmelse.

ad. 34–35. Man har herefter et approksimativt udtryk for investeringens nettobetaling efter at skatter og omkostninger er fratrukket. Dette beløb udtrykt i procent af anskaffelses- og installationsomkostninger giver MAPI-renten.

Tilbage står så spørgsmålet om at vurdere forskellige alternativer ud fra dette forholdstal. Er der tale om flere alternativer med samme finansieringsomkostninger, er sagen klar, man tager den eller de med højest MAPI-rente. Er der kun en enkelt mulighed, må man på anden vis afgøre hvor høj MAPI-renten skal være for overhovedet at investere indenfor de rammer, det pågældende projekt skal realiseres.

Det ligger i MAPI-kalkulens forudsætning om at gå eet år frem og træffe afgørelse på grundlag af første års MAPI-rente, at man kontrollerer investeringsprojekterne løbende for de beregningsgrundlag, de hviler på. Dette ændrer naturligvis ikke den anskaffelse, der eventuelt måtte have fundet sted, men det kan ses som led i den læreproces, der består i at beregne usikkerheden på fremtidige størrelser.

4. MAPI-formlerne for »næste års« kapitalforbrug.

De forrige afsnit omtalte seks formler skal nu udledes, jfr. Terborgh, 1958, appendix D. For en fremstilling af nomogrammerne henvises til samme kilde. Til en begyndelse indføres følgende symboler:

n = kapitalgenstandens tekniske levetid i år;

p = lånt beløb i forhold til anskaffelses- og installationsudgifter for kapitalgenstanden; dette forhold anses for at være konstant i hele investeringens levetid;

y = rentefoden for lånt kapital;

z = kalkulationsrentefod efter skat på egen del af finansieringen af kapitalgenstanden;

b = indkomstskatteprocenten;

i = investeringens »vejede« kalkulationsrentefod efter skat; da der ikke betales skat af rentebetalinger, har man også

$$i = py + (1-p)z;$$

w = forholdet mellem realisationsværdien af en kapitalgenstand ved slutningen af år $(n+1)$ og år n udtrykt i procent;

w^n = forholdet mellem den endelige realisationsværdi af en kapitalgenstand og anskaffelsesværdien udtrykt i procent;

V_n = investeringens kapitalværdi ved slutningen af det n 'te år;

V_0 = investeringens kapitalværdi ved anskaffelsestidspunktet;

R_n = nettoindbetalingerne i år n efter skat;

v = diskonteringsfaktoren $= 1/(1+i)$;

g = nedgangen i indbetalinger gennem investeringens første år;

C = første års kapitalforbrug udtrykt som procent af V_0 ;

$$P = w^n \left[1 - w + py + \frac{(1-p)z}{1-b} \right];$$

$$Q = 1 + i - bpy.$$

Uanset hvorledes de skattefrie afskrivninger fordeles, må der gælde følgende:

Hvert års beregnede indbetalinger fra investeringsgenstanden må kunne dække summen af

- (a) den årlige projektdirekte indkomstskat,
- (b) betaling af rente af den ved årets begyndelse lånte kapital,
- (c) et udbytte efter skat, der på den egenfinansierede del ved årets begyndelse afkaster, hvad der er stipuleret ved kalkulationsrentefoden,
- (d) det årlige kapitalforbrug defineret som kapitalværdien ved begyndelsen af året minus kapitalværdien ved slutningen af året, (begge kapitalværdier opgjort som de forventede fremtidige nettoindbetalinger efter skat tilbagediskonteret efter kalkulationsrentefoden i).

Idet de betalinger, der skal ækvivalere kapitalforbruget betegnes som »indbetalinger« i det følgende, kan det siges for hvert år at gælde, at

indbetalingerne efter skat = indbetalinger - (skatteprocenten) · (indbetalingerne minus skattefradrag)

eller

$$(1) \text{ Indbetalinger efter skat} = (1-b) \cdot \text{indbetalinger} + b \cdot \text{skattefradrag}.$$

De årlige indbetalinger består af to komponenter:

- A. beregnede indbetalinger af apparatets realisationsværdi; disse kan være nul (nemlig hvis selve scrapværdien er 0);
- B. beregnede indbetalinger som funktion af aktivets evne til at indtjene dækningsbidrag.

ad. A.

De beregnede indbetalinger, man går glip af ved at slide på apparatet fra slutningen af år n til slutningen af år $n+1$, kan opgøres som følger.

Nedgang i realisationsværdi = $V_0 w^n - V_0 w^{n+1}$ plus renten i år n af realisationsværdien ved årets begyndelse (før skat) = $V_0 w^n [py + \frac{(1-p)z}{1-b}]$.

Det bemærkes, at den egenkapital, der indgår i finansieringen $(1-p)$ ganges med kalkulationsrentefoden efter skat, hvorfor man må forhøje beløbet med den skat, der skal trækkes fra; dette sker ved at gange med $(1-b)$.

Lægges de to udtryk sammen og sættes $V_0 w^n$ udenfor parentes, fås

$$(2) \quad V_0 w^n [1 - w + py + \frac{(1-p)z}{1-b}].$$

Idet P defineres som

$$P = w^n [1 - w + py + \frac{(1-p)z}{1-b}],$$

kan (2) herefter skrives som

$$(2.a) \quad PV_0.$$

Medens A er uafhængig af valg af afskrivningsmetode, er B nært forbundet hermed. B skal derfor udvikles i hvert enkelt tilfælde. Som prototype skal udledes formel I, der forudsætter standard forløbet for dækningsbidraget og skattefri afskrivning efter differensrække-metoden.

ad. B. (Standard + differensrække-metoden).

År	Beregnete indbetalinger fra afskrivning efter differens- række-metoden for	
	dæknings- bidrag	realisa- tionsværdi
1	ng	$+ PV_0$
2	$(n-1) g$	$+ PV_0$
.....		
n	g	$+ PV_0$

De skattefri afskrivninger over aktivets levetid, n år, der ækvivalerer slid og forældelse, udgør en differensrække, hvis sum er $\frac{n}{2} (1+n)$.

D. v. s. at hvert års afskrivning kan udtrykkes som $\frac{2(n-t+1)}{n(n+1)}$, hvor t

står for et vilkårligt år indenfor levetiden n . Det beløb, der skal afskrives på, er $V_0(1-w^n)$.

De årlige skatteafdrag, der består af skattefri afskrivning plus rentebetalinger, vil herefter være:

År	
1	$\frac{2 V_0 (1-w^n)}{n (n+1)} \cdot n + pyV_0$
2	$\frac{2 V_0 (1-w^n)}{n (n+1)} \cdot (n-1) + pyV_1$
.....	
n	$\frac{2 V_0 (1-w^n)}{n (n+1)} + pyV_{n-1}$

Iflg. ligning (1) fås indbetalingerne efter skat således:

År	
1	$(1-b) [ng + PV_0] + \frac{2bV_0 (1-w^n)}{n (n+1)} \cdot n + bpyV_0$

$$\begin{aligned}
 (3) \quad & 2 \quad (1-b) [(n-1)g + PV_0] + \frac{2bV_0(1-w^n)}{n(n+1)} \cdot (n-1) + bpyV_1 \\
 & \dots\dots\dots \\
 & n \quad (1-b) [g + PV_0] + \frac{2bV_0(1-w^n)}{n(n+1)} + bpyV_{n-1}
 \end{aligned}$$

Indbetalingerne plus scrapværdien skal nu tilbagediskonteres til begyndelsestidspunktet for en sammenligning med V_0 . Da der imidlertid er en indbyrdes sammenhæng mellem V -erne og indbetalingerne, må der indføres en relation, der giver mulighed for regneteknisk at substituere hvert V (undtagen begyndelses- og slutværdien) med et uafhængigt udtryk. Det sker ved til værdien i år t at lægge årets faktiske nettoindbetalinger efter skat, R og tilbagediskontere denne sum:

$$(4) \quad V_{t-1} = (V_t + R_t) v.$$

Da man kender V_0 og V_n , kan man starte bagfra ved scrapværdien og arbejde sig tilbage. Således vil man have: idet $V_n = V_0 w^n$ og $R_n =$ den sidste ligning under (3):

$$V_{n-1} = v [V_0 w^n + (1-b)(g + PV_0) + \frac{2bV_0(1-w^n)}{n(n+1)} + bpyV_{n-1}]$$

eller, idet V_{n-1} elimineres ved relationen $V_{n-1} = (V_n + R_n)v$:

$$V_{n-1} = \frac{v}{1-bpyv} [V_0 w^n + (1-b)(g + PV_0) + \frac{2bV_0(1-w^n)}{n(n+1)}]$$

Divideres koefficienten til parentesens i tæller og nævner med v , fås

$$\frac{v}{1-bpyv} = \frac{1}{1+i-bpy} = \text{ex. def. } \frac{1}{Q} \text{ og altså}$$

$$(5) \quad V_{n-1} = \frac{V_0 w^n}{Q} + \frac{1}{Q} [(1-b)(g + PV_0) + \frac{2bV_0(1-w^n)}{n(n+1)}].$$

Da $V_{n-2} = (V_{n-1} + R_{n-1})v$ o. s. v., vil man ved gentagen substitution få

$$\begin{aligned}
 (6) \quad V_0 = & \frac{V_0 w^n}{Q^n} + \frac{1}{Q^n} [(1-b)(g + PV_0) + \frac{2bV_0(1-w^n)}{n(n+1)}] \\
 & + \frac{1}{Q^{n-1}} [(1-b)(2g + PV_0) + 2 \cdot \frac{2bV_0(1-w^n)}{n(n+1)}] \\
 & \dots\dots\dots \\
 & + \frac{1}{Q} [(1-b)(ng + PV_0) + n \cdot \frac{2bV_0(1-w^n)}{n(n+1)}]
 \end{aligned}$$

Alle de størrelser, der indgår i (6) er givne med undtagelse af g , som kan udtrykkes på følgende måde (der ikke skal diskuteres nøjere):

$$(7) \quad g = \frac{V_0}{1-b} \left[(Q-1) \cdot \frac{(Q^n - w^n)(Q-1) - (1-b)P(Q^n-1)}{nQ^n(Q-1) - (Q^n-1)} - \frac{2b(1-w^n)}{n(n+1)} \right]$$

C er det første år lig $V_0 - V_1$ eller lig $V_0 - [(1+i)V_0 - R_1]$. Ligningen

$$(8) \quad C = R_1 - iV_0$$

gælder i alle tilfælde uanset faktisk indbetalingsmønster og afskrivningsmetode. Indsættes i (8) den første ligning i (3), fås

$$C = (1-b)[ng + PV_0] + \frac{2bV_0(1-w^n)}{n(n+1)} + bpyV_0 - iV_0$$

Erstattes de sidste to led med $[-(Q-1)V_0]$ fås, idet der for g indsættes ligning (7) og idet samtlige størrelser udtrykkes som procenter af V_0 :

$$(9) \quad C = \frac{n(Q^n - w^n)(Q-1)^2 - (1-b)P[(Q-1) - n(Q-1)]}{nQ^n(Q-1) - (Q^n-1)} - (Q-1)$$

(9) er identisk med hvad der ovenfor er betegnet som MAPI-formel I.

På tilsvarende måde kan de øvrige formler udledes, men herom henvises til hovedkilden. Formlerne er følgende:

I. Standard + differens-afskrivning:

$$C = \frac{n(Q^n - w^n)(Q-1)^2 - (1-b)P[(Q^n-1) - n(Q-1)]}{nQ^n(Q-1) - (Q^n-1)} - (Q-1);$$

II. Standard + retlinet afskrivning:

$$C = \frac{n(Q^n - w^n)(Q-1)^2 - [(1-b)P + b(1-w^n)/n][Q^n-1 - n(Q-1)]}{nQ^n(Q-1) - (Q^n-1)} - (Q-1);$$

III. Variant A + differens-afskrivning:

$$C = \frac{3(Q-1)(Q^n - \sqrt[n]{4})}{3Q^n(Q-1) - 4(n\sqrt[n]{4}-1)(Q^n-1)} \left[Q^n - w^n - (1-b)P \frac{Q^n-1}{Q-1} - \frac{2b(1-w^n)}{n(n+1)(Q-1)} \right. \\ \left. (nQ^n - \frac{Q^n-1}{Q-1}) \right] + (1-b)P + \frac{2b(1-w^n)}{n+1} - (Q-1);$$

IV. Variant A + retlinet afskrivning:

$$C = \frac{3 (Q-1) (Q - {}^n\sqrt[4]{4})}{3 Q^n(Q-1) - 4 ({}^n\sqrt[4]{4} - 1) (Q^n - 1)} \left[Q^n - w^n - \frac{(1-b) nP + b (1-w^n)}{n} \cdot \frac{Q^n - 1}{Q-1} \right] \\ + (1-b) P + \frac{b (1-w^n)}{n} - (Q-1);$$

V. Variant B + differens-afskrivning:

$$C = \frac{3 (Q-1) (Q - {}^n\sqrt[0,25]{25})}{3 Q^n(Q-1) - (1 - {}^n\sqrt[0,25]{25}) (Q^n - 1)} \left[Q^n - w^n - (1-b) P \frac{Q^n - 1}{Q-1} \right. \\ \left. - \frac{2b (1-w^n)}{n (n+1) (Q-1)} (nQ^n - \frac{Q^n - 1}{Q-1}) \right] + (1-b) P + \frac{2b (1-w^n)}{n+1} - (Q-1);$$

VI. Variant B + retlinet afskrivning:

$$C = \frac{3 (Q-1) (Q - {}^n\sqrt[0,25]{25})}{3 Q^n(Q-1) - (1 - {}^n\sqrt[0,25]{25}) (Q^n - 1)} \left[Q^n - w^n - \frac{(1-b) nP + b (1-w^n)}{n} \cdot \frac{Q^n - 1}{Q-1} \right] \\ + (1-b) P + \frac{b (1-w^n)}{n} - (Q-1)$$

Under forudsætning af saldoafskrivning, hvor man konverterer til rette linie midt i afskrivningsperioden og under forudsætning af skatteprocent 50, samt ingen scrapværdi, fås

VII. Standard:

$$C = \frac{nQ^n (Q-1) [n (Q-1) + 1] + (1 - 2/n)^{n/2} [n (Q-1) + 2 (1 - Q^{n/2})]}{[nQ^n (Q-1) - (Q^n - 1)] [n + 2/(Q-1)]} + \frac{1}{n} - (Q-1);$$

VIII. Variant A:

$$C = \frac{3 (Q-1-r) \{nQ^n(Q-1) [(Q-1) n + 1] + (1 - 2/n)^{n/2} [n (Q-1) + 2 (1 - Q^{n/2})]\}}{n [(Q-1) n + 2] [3Q^n(Q-1) - 4r (Q^n - 1)]} \\ + \frac{1}{n} - (Q-1),$$

hvor $r = {}^n\sqrt[4]{4} - 1$;

IX. Variant B:

$$C = \frac{3(Q-1-r) \{nQ^n(Q-1) [(Q-1)n+1] + (1-2/n)^{n/2} [n(Q-1) + 2(1-Q^{n/2})]\}}{n[(Q-1)n+2] [3Q^n(Q-1) + r(Q^n-1)]} + \frac{1}{n} - (Q-1),$$

hvor $r = \sqrt[n]{0,25} - 1$.

Til at gennemføre beregningerne kræves herefter følgende data: n , w , w^n , p , y , z og b .

Ifald usikkerheden på disse data er stor, er det vel forsvarligt at nøjes med en tilnærmet formel for kapitalforbruget med udgangspunkt i den normalt anvendte kapitaltjeneste (se f. eks. *Schneider*, 1944, s. 31-36, eller *Fredens*, 1951, s. 21-25). Et approximativt udtryk for kapitaltjenesten findes hos *Fog og Rasmussen* (1958, s. 225); det er simpelthen gennemsnitlig årlig afskrivning (eller gennemsnitlig årlig indvinding, hvis der er positiv scrapværdi) plus gennemsnitlig årlig rente af den kapital, der skal indvindes plus rente af scrapværdien. Et tilnærmet udtryk for kapitalforbruget fås så ved fra kapitaltjenesten at trække det, man sparer i skat pr. år af dette beløb.

5. MAPI-kalkulen og moderne investeringsteori.

Der kunne være grund til at kommentere MAPI-oplægget på baggrund af den almindelige investeringsteori.

De senere års udbygning af investeringsteorien har navnlig beskæftiget sig med finansieringsproblemer, usikkerhedsfaktorerne, skatteproblemerne, de ændringer i organisationen, der opstår når nyt apparatur indføres, samt med investeringernes rolle i totalplanlægning af en virksomhed. (*Honko*, 1961, har givet en oversigt over problemerne i moderne investeringsteori).

Finansieringsproblemer diskuteres af *AMA*, 1960, *Bierman og Smidt*, 1960, *Donaldson*, 1961, og *Rasmussen*, 1963. Det bemærkes, at finansieringsproblemet ikke er løst af MAPI-kalkulen, selv om der er tilløb hertil gennem forskellige kalkulationsrentefødder på egen og på lånt kapital.

Usikkerhedsfaktorerne og modeller, der tager disse op eksplicit er behandlet af *Bierman, Fouracker og Jaedicke*, 1961, og *Massé*, 1962. MAPI-kalkulen kommer ud over usikkerhedsproblemet ved kun at regne et år frem. Ganske vist lader man ofte anlægget afskrive over flere år, men det sker under de forudsætninger, man har i anskaffelsestidspunk-

tet, og da det afgørende er, om første år betaler sig, kan man sige, at under disse forudsætninger betyder det ikke meget med eksplicite usikkerhedsberegninger. Problemet er dog langt fra løst med denne antagelse, idet en ændring af MAPI-kalkulens n har afgørende betydning for første års rentabilitet. Dette taler for, at man laver flere MAPI beregninger på hvert projekt, f. eks. een for et sandsynligt kort afskrivningsåremål, een for et sandsynligt langt og een for det sandsynlige normale. Hertil kommer usikkerhed på andre data med det resultat, at med øget usikkerhed formindskes værdien af den detaljerede kalkule. Det sker måske navnlig ved at en enkelt betydelig post kan være usikker. MAPI-kalkulen bliver så reduceret til en checkliste.

Investeringens influens på den organisation, den kommer til at udspille sig i og dermed på *virksomhedens totalresultat* er normalt vanskelig – for ikke at sige umulig at beregne indenfor de rammer, der normalt er afsat til investeringsberegninger i praksis. *Niland*, 1961, diskuterer problemet for mere betydningsfulde investeringer, og *Massé*, 1962, har generelle programmeringsmodeller, hvor investeringerne indgår som mulige alternativer i fordelingen af produktionsfaktorerne. I lys af sådanne totalbetragtninger er MAPI-kalkulen nærmest en partiel kalkule, selv om der er tilløb til at vurdere investeringens influens på helheden. Det partielle hos MAPI-kalkulen kommer navnlig frem i det arbitrære valg af undergrænsen for MAPI-renten.

Skatteproblemer er diskuteret i de fleste ovennævnte refencer, samt indgående i *Johansson*, 1961. MAPI-kalkulen tager i vidt omfang hensyn til denne faktor.

En generel diskussion af MAPI-kalkulen med eksempler på dens anvendelse og en kritik heraf er givet af *Bierman*, 1963, appendix 2, og *Nemmers*, 1962, part VI. En diskussion af grundlæggende investerings spørgsmål, hvor MAPI-kalkulen kan sættes i relief er ført af *Fredens*, 1951, *Schneider*, 1944, og endelig af *Terborgh* selv (1949).

6. Konklusion.

MAPI-kalkulen kan med det nomogram- og formelapparat, den har udviklet, med fordel anvendes som tommelfingerregel for relativt små investeringer af en vis rutinekarakter, hvor kapitalforbruget spiller en afgørende rolle, og hvor usikkerheden på de betydende poster er ringe.

7. Litteratur.

- AMA Management Report number 44: *Financial Planning For Greater Profits*, New York, 1960.
- Biermann, Jr. Harold, *Topics in Cost Accounting and Decisions*, McGraw-Hill, London and New York, 1963.
- Bierman, Jr. Harold and Seymour Smidt, *The Capital Budgeting Decision*, The Macmillan Company, New York, 1960.
- Bierman, Jr. Harold, Lawrence E. Fouraker and Robert K. Jaedicke, *Quantitative Analysis for Business Decisions*, Richard D. Irwin, Homewood, Illinois, 1961.
- Donaldson, Gordon, *Corporate Debt Capacity*, Graduate School of Business Administration, Harvard University, Boston, 1961.
- Fredens, Svend, *Forelæsningsnotater til Investering og Rente*, Århus 1951.
- Honko, Jaakko, »Investeringsteori«, *Erhvervsøkonomisk Tidsskrift*, 1961, s. 271-78.
- Johansson, Sven-Erik, *Skatt-investering-vurdering*, Stockholm, 1961.
- Massé, Pierre, *Optimal Investment Decisions: Rules for Action and Criteria for Choice*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J. 1962.
- Nemmers, Erwin Esser, *Managerial Economics*, John Wiley, New York, 1962.
- Niland, Powell, *Management Problems in the Acquisition of Special Automatic Equipment*, Graduate School of Business Administration, Harvard University, Boston, 1961.
- Rasmussen, Knud, »Skitse til en institutionel driftsøkonomisk investeringsteori«, *Nationaløkonomisk Tidsskrift*, 1963, s. 245-54.
- Schneider, Erich, *Investering og Rente*, Nyt Nordisk Forlag, København 1944.
- Terborgh, George, *Dynamic Equipment Policy*, McGraw-Hill, New York, 1949.
- Terborgh, George, *Business Investment Policy*, Machinery and Allied Products Institute and Council for Technological Advancement, 1200 Eighteenth Street, N. W., Washington 6, D. C. 1958.