LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN KORKEAKOULU
TUOTANTOTALOUDEN LAITOS

TEKNISKA HÖGSKOLAN I VILLMANSTRAND
INSTITUTET FÖR PRODUKTIONSEKONOMI
OCH ORGANISATION

LAPPEENRANTA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
DIVISION OF ECONOMICS IN ENGINEERING
AND ORGANIZATION

POISTOJEN RIITTÄVYYS INFLAATIO-
OLOSUHTEISSA

Teemu Aho - Ilkka Virtanen

Lappeenranta University of
Technology

Report 2/1981

LAPPEENRANTA
FINLAND

POISTOJEN RIITTÄVYYS INFLAATIO-
OLOSUHTEISSA

Teemu Aho - Ilkka Virtanen

Lappeenranta University of
Technology

Report 2/1981

ISBN 951-763-148-0
ISSN 0357-5616

Ltkk offset 1981

ALKUSANAT

Käsillä oleva tutkimusraportti on toinen tuloste laajemmasta inflaatiota ja investointien suunnittelua käsittelevästä tutkimusprojektista. Ensimmäisessä osaraportissa analysoitiin leasingrahoituksen kannattavuus inflaatio-olosuhteissa.

Käsillä olevassa raportissa analysoidaan poistojen riittävyyttä inflaatio-olosuhteissa. Nykyisten EVL-poistojen perustuessa alkuperäisistä hankintahinnoista laskettuihin menojäännöksiin, verotuksessa vähennetyt poistot eivät riitä korvausinvestointien rahoitukseen, koska hintataso kohoaa inflaation johdosta. Poistojen etupainoisuudella voidaan usein ainakin osittain kompensoida inflaation poistojen arvoa heikentävää vaikutusta.

Käsillä oleva tutkimusraportti on kirjoittajien veropoliittinen puheenvuoro nykyisten EVL-poistosäännösten riittävyydestä (tai paremminkin riittämättömyydestä) inflaatio-olosuhteissa.

Haluamme kiittää Tuotantotalouden laitosta siitä, että tutkimusraportti ilmestyy laitoksen julkaisusarjassa. Tutkimusprojektiin saamastamme taloudellisesta tuesta haluamme kiittää Liikesivistysrahastoa, Säästöpankkien Tutkimussäätiötä ja Viipurin Taloudellista Korkeakouluseuraa.

Lappeenrannassa kesäkuussa 1981

Teemu Aho Ilkka Virtanen

SISÄLLYSLUETTELO

1. KYSYMYKSENASETTELU JA INFLAATIOSIEDON KÄSITE

Käyttöomaisuuden poistot tehdään EVL:n (Laki elinkeinotulon verottamisesta) mukaan alkuperäisestä hankintamenosta. Tämä merkitsee nousevan hintatason vallitessa sitä, että verotuksessa vähennetyillä yhteenlasketuilla poistoilla ei kyetä hankkimaan uutta käyttöomaisuutta käytöstä poistettavan käyttöomaisuuden tilalle. Mitä korkeammalla inflaatiotasolla liikutaan, sitä suuremmaksi muodostuu uuden käyttöomaisuuden hankintahinnan ja verotuksessa vähennettyjen poistojen erotus. Poistojen perustuessa alkuperäisiin hankintahintoihin näennäistä voittoa joutuu siten verotuksen kohteeksi.[1]

Koska verotuksessa tehtävien poistojen reaaliarvo inflaation vallitessa jatkuvasti heikkenee, poistot ovat sitä arvokkaampia, mitä aikaisemmin ne saadaan vähennettyä verotuksessa. Toisaalta voidaan todeta, että poistojen yhteenlaskettu nykyarvo tulee sitä suuremmaksi, mitä aikaisemmin ne saadaan vähennettyä verotuksessa[2]. Siten kriittisessä tilinpäätöstilanteessa etupainoisilla poistoilla voidaan ainakin osittain suojautua inflaatiota vastaan.

Nykyisten EVL-poistojen riittävyyttä on tutkinut erityisesti Riistama[3]. Hän on tutkinut esimerkkien avulla EVL-poistojen riittävyyttä vertaamalla EVL-poistojen nykyarvoa realisointipoistojen nykyarvoon. Hän on laskenut omalla pääomalla rahoitetun investoinnin tapauksessa korkokannan, jota käyttäen menojäännöspoistojen nykyarvo muodostuu samaksi kuin investoinnin reaalista tuottoa käyttäen lasketun realisointipoistojen nykyarvo vakaassa rahanarvon tilanteessa. Poistojen reaalinen nykyarvo saadaan tässä tapauksessa säilymään käyttämällä menojäännöspoistojen nykyarvon laskennassa inflaatiokorjattua

1 Honko (1973), s. 177-180.

2 Rahan aika-arvon lisäksi poistojen nykyarvoa heikentää inflaatio. Ks. Davidson (1975), s. 1183.

3 Riistama (1975), s. 67-72.

laskentakorkoa, joka saadaan lisäämällä reaalisen laskentakoron ja inflaation summaan näiden tulo[1]. Jos menojäännöspoiston nykyarvo muodostuu suuremmaksi kuin realisointipoiston, investointi sietää inflaatiota sitä enemmän, mitä suurempi nykyarvojen ero on. Esimerkiksi 10 %:n reaalisen tuoton ja 10 vuoden pitoajan omaava kokonaan omilla varoilla rahoitettu koneinvestointi (EVL-poisto 30 %) sieti inflaatiota 5 % p.a. Vieraan pääoman käyttö lisäsi inflaatiosietoa.[2]

Erityisesti koneiden ja kaluston 30 %:n menojäännöspoiston on katsottu olevan niin etupainoinen, että siihen sisältyisi myös inflaatiotekijä[3]. Nykyisten EVL-poistojen riittävyyttä inflaatio-olosuhteissa ei ole kuitenkaan toistaiseksi analysoitu systemaattisesti. Realisointiperiaate on yleisesti hyväksytty tuloslaskennan lähtökohdaksi. Siten realisointipoistoja voidaan käyttää vertailuperusteena EVL-poistojen riittävyyden analysoinnissa. Realisointipoistolla tarkoitetaan investoinnin tuotolla (sisäisellä korolla) diskontattua vuotuisen tuoton nykyarvoa[4]. Realisointipoiston taustalla on tulokäsitys, jonka mukaan tuloa kertyy sitä mukaa kun lähestytään menoa vastaavan tuoton saantia. Näin uhrattu meno kasvaa tuloksi sisäisen koron mukaan ja realisointipoisto muodostuu saatavan tuoton nykyarvosta.

Tässä osaraportissa tutkitaan kokonaan omalla pääomalla rahoitetun investoinnin inflaatiosietoa poistojen pääoma-arvojen avulla. Tarkoituksena on määrittää analyyttisesti se inflaatio, jota käyttäen menojäännöspoistojen nykyarvo muodostuu samaksi kuin vastaavan realisointipoiston nykyarvo vakaan rahanarvon tilanteessa. Investointi rajoitetaan koskemaan vain käyttöomaisuusinvestointia. Käyttöpääomainvestointi rajataan siten tutkimuksesta pois.

1 Ks. myös Aho (1979), s. 301 ja s. 305-306.

2 Riistama (1975), s. 70-72.

3 Tämä on todettu joissakin yritysverotusta käsitelleissä puheenvuoroissa.

4 Ks. lähemmin Saario (1969), s. 207-209.

Luvussa 2 johdetaan realisointi- ja menojäännöspoistojen nykyarvot sekä lauseke inflaatiosiedolle. Luvussa 3 analysoidaan inflaatiosiedon riippuvuus investoinnin kannattavuudesta, pitoajasta ja poistosuhteesta sekä määritetään inflaatiosiedon absoluuttinen yläraja. Edelleen luvussa määritetään sellaiset poistosuhteet ja pitoajat, että ne riittäisivät suojautumaan sen suuruiselta inflaatiolta, joka 1970-luvulla Suomessa keskimäärin vallitsi. Tutkimus päättyy yhteenvetoon ja EVL-poistojen riittävyyden arviointiin.

2. POISTOJEN INFLAATIOSIEDON MÄÄRITTÄMINEN

21. Tarvittavien poistosarjojen nykyarvot

Tarkastellaan C:n suuruista käyttöomaisuusinvestointia, josta saadaan vakiona pysyvä vuotuinen tuotto P_t. Korko lasketaan jatkuvana[1]. Kun investoinnin (reaalisesta) sisäisestä korosta käytetään symbolia i, saadaan P_t:lle seuraava lauseke

$$(2.1) \qquad P_t = \bar{c}_{\overline{n}|i} C = \frac{C}{\bar{a}_{\overline{n}|i}} ,$$

missä $\bar{c}_{\overline{n}|i} = \dfrac{e^i - 1}{1 - e^{-ni}}$ = jaksollisten jälkikäteisten suoritusten annuiteettitekijä ja

$\bar{a}_{\overline{n}|i} = \dfrac{1 - e^{-ni}}{e^i - 1}$ = jaksollisten jälkikäteisten suoritusten nykyarvotekijä.

Vuoden t realisointipoisto D_t^R on vuoden t tuoton P_t investoinnin sisäisellä korolla diskontattu nykyarvo eli

$$(2.2) \qquad D_t^R = P_t e^{-it} .$$

1 Jatkuvan koron käyttö on perusteltu julkaisussa Aho - Virtanen (1981), s. 4-5.

Realisointipoiston nykyarvo $NPV(D_t^R)$ on

$$(2.3) \qquad NPV(D_t^R) = D_t^R e^{-it} = P_t e^{-2it} .$$

Realisointipoistojen yhteenlaskettu nykyarvo on[1]

$$(2.4) \qquad NPV(D^R) = \sum_{t=1}^{n} NPV(D_t^R) = \frac{C}{\bar{a}_{\overline{n}|i}} \sum_{t=1}^{n} e^{-2it} = C \, \frac{\bar{a}_{\overline{n}|2i}}{\bar{a}_{\overline{n}|i}} .$$

EVL-poistot ovat menojäännös-/jäännösarvopoistoja. Vuoden t menojäännöspoistoksi D_t^{DB} saadaan

$$(2.5) \qquad D_t^{DB} = j(1 - j)^{t-1} C, \qquad t = 1, 2, 3, \ldots , n-1.$$

Investoinnin pitoajan viimeisenä vuotena n joudutaan säännönmukaisen poiston $j(1 - j)^{n-1}C$ lisäksi tekemään $(1 - j)^n C$:n suuruinen lisäpoisto, jotta koko hankintameno tulee poistetuksi. Siten on

$$(2.6) \qquad NPV(D_n^{DB}) = j(1 - j)^{n-1} C e^{-in} + (1 - j)^n C e^{-in} ,$$

jolloin

$$(2.7) \qquad NPV(D^{DB}) = \sum_{t=1}^{n} j(1 - j)^{t-1} C e^{-it} + (1 - j)^n C e^{-in}$$

$$= \frac{j + (e^i - 1) e^{-in} (1 - j)^n}{e^i - (1 - j)} \, C .$$

Inflaation vallitessa menojäännöspoiston reaalinen nykyarvo heikkenee. Tämä otetaan huomioon siten, että menojäännöspoistojen nykyarvoa laskettaessa laskentakorkoa i korjataan inflaatiolla ja inflaatiokorjattuna laskentakorkona käytetään summaa $i + s$[2]. Menojäännöspoistojen reaaliseksi nykyarvoksi saadaan siten

1 Tämä on johdettu julkaisussa Aho - Virtanen (1981), s. 19.

2 Käyttöön otettu jatkuvan koron metodiikka aikaansaa sen, että tulokomponentti is jää inflaatiokorjatusta laskentakorosta pois, ks. Aho - Virtanen (1981), s. 7-8.

$$(2.8) \qquad NPV(D^{DB}) = \frac{j + (e^{i+s} - 1)e^{-n(i+s)}(1 - j)^n}{e^{i+s} - (1 - j)} C.$$

Lausekkeen (2.8) mukaista nykyarvoa voidaan approksimoida ikuiseen pitoaikaan perustuvalla nykyarvolla[1]

$$(2.9) \qquad NPV(D^{DB}) = \frac{j}{e^{i+s} - (1 - j)} C.$$

22. Inflaatiosiedon määrittäminen

Omalla pääomalla rahoitetun investoinnin inflaatiosieto määritellään nyt siten, että menojäännöspoistojen nykyarvolausekkeesta (2.8) ja (2.9) määritetään sellainen s (inflaatio), jolla $NPV(D^R) = NPV(D^{DB})$[2]. Tällöin siis menojäännöspoistojen nykyarvo tulee realisointipoistojen nykyarvon suuruiseksi.

Tarkastellaan ensiksi $NPV(D^R)$:n lauseketta (2.4). Otetaan käyttöön korkotekijälle e^i[3] merkintä R. Tällöin

$$(2.10) \qquad NPV(D^R) = C \frac{\bar{a}_{\overline{n}|2i}}{\bar{a}_{\overline{n}|i}} = C \frac{1 - e^{-2ni}}{e^{2i} - 1} \cdot \frac{e^i - 1}{1 - e^{-ni}}$$

$$= C \frac{1 - R^{-2n}}{R^2 - 1} \frac{R - 1}{1 - R^{-n}}$$

$$= C \frac{(1 - R^{-n})(1 + R^{-n})}{(R - 1)(R + 1)} \frac{R - 1}{1 - R^{-n}}$$

$$= C \frac{1 + R^{-n}}{R + 1}.$$

Vastaavasti menojäännöspoistojen nykyarvoksi $NPV(D^{DB})$ saadaan, kun lisäksi merkitään $e^s = S$ (inflaatiotekijä)

1 Vrt. Kettunen (1976), s. 202.
2 Ks. Riistama (1975), s. 70.
3 e^i vastaa diskreetin koron tapauksessa suuretta $1 + i$.

$$(2.11) \qquad NPV(D^{DB}) = C \frac{j + (RS - 1)(RS)^{-n}(1 - j)^n}{RS - (1 - j)}$$

$$= C \frac{j + (RS - 1)\left(\frac{1 - j}{RS}\right)^n}{RS - (1 - j)}.$$

Määritysehdoksi inflaatiosiedolle[1] saadaan lausekkeista (2.10) ja (2.11)

$$(2.12) \qquad \frac{1 + R^{-n}}{1 + R} = \frac{j + (RS - 1)\left(\frac{1 - j}{RS}\right)^n}{RS - (1 - j)}.$$

Inflaatiotekijää S (ja inflaatiosietoa s) ei voida ratkaista suljetussa muodossa. Annetuilla R:n, j:n ja n:n arvoilla numeerinen ratkaisu on kuitenkin aina mahdollinen.

Inflaatiosiedon s funktioriippuvuuden määrittäminen i:n, j:n ja n:n suhteen on kuitenkin välttämätöntä analyysin kannalta. Tämä on mahdollista siirtymällä menojäännöspoistojen nykyarvon osalta approksimaatiokaavaan (2.9), jolloin

$$(2.13) \qquad \frac{1 + R^{-n}}{1 + R} = \frac{j}{RS - (1 - j)}, \text{ josta ensin}$$

$$(2.14) \qquad RS - (1 - j) = j \frac{1 + R}{1 + R^{-n}}$$

ja ratkaisuna S:lle

$$(2.15) \qquad S = \frac{1}{R} [1 - j + j \frac{1 + R}{1 + R^{-n}}]$$

$$= \frac{1}{R} [1 + j \frac{R - R^{-n}}{1 + R^{-n}}]$$

$$= \frac{1}{R} [1 + j \frac{R^{n+1} - 1}{R^n + 1}].$$

1 Ensin inflaatiotekijälle S ja siitä inflaatiovauhdille s = ln S.

Kun otetaan huomioon relaatiot $e^s = S$ ja $e^i = R$, saadaan ensin

$$(2.16) \qquad e^s = e^{-i}[1 + j\frac{e^{(n+1)i} - 1}{e^{ni} + 1}] ,$$

josta logaritmit puolittain ottamalla saadaan inflaatiosiedolle seuraava määritelmä

$$\boxed{(2.17) \qquad s = -i + \ln[1 + j\frac{e^{(n+1)i} - 1}{e^{ni} + 1}] .}$$

Näin siis menojäännöspoistojen inflaatiosieto riippuu kolmesta muuttujasta, investoinnin kannattavuudesta (laskentakorosta), pitoajasta ja poistosuhteesta eli $s = s(i, n, j)$. Näistä osittaisriippuvuuksista ovat käytännön investointilanteissa tärkeimmät $s = s(i)$ ja $s = s(n)$, koska j on verolainsäädännöllä varsin pitkälle kiinnitetty muuttuja.

Lausekkeen (2.17) mukainen inflaatiosieto on approksimaatio, koska menojäännöspoistojen nykyarvokaava perustui ikuiseen pitoaikaan. Virhe on sitä suurempi, mitä lyhytvaikutteisemmasta investoinnista on kysymys. Taulukossa 2.1 on esimerkkejä approksimaatiovirheen suuruudesta erilaisilla pitoajan, laskentakoron ja poistosuhteen yhdistelmillä. Investoinnin pitoajan ollessa 10 vuotta, approksimaatiovirhe on 0.1 %. Pitoajan ollessa 20 vuotta tai sitä suurempi approksimaatiovirhettä ei synny. 7 vuoden pitoajan omaavissa investoinneissa approksimaatiovirheeksi tulee 0.6 %, joten 10 vuotta lyhyempiin pitoaikoihin approksimaatiokaavan pohjalta tehtäviin johtopäätöksiin tulee suhtautua lievällä varauksella[1].

Seuraavassa luvussa analysoidaan tarkemmin lausekkeen (2.17) mukaisen inflaatiosiedon riippuvuus investoinnin kannattavuudesta, pitoajasta ja poistosuhteesta.

1 Todettakoon, että ikuiseen pitoaikaan perustuvaa menojäännöspoiston nykyarvokaavaa ovat äärellisiin pitoaikoihin soveltaneet mm. Riistama (1975), s. 68, Kettunen (1976), s. 202-203 ja Yli-Räisänen (1977), s. 341-342.

Taulukko 2.1 Esimerkkejä approksimaatiovirheen suuruudesta

n	i	j	$s_{appr.}$	s_{tarkka}	Virhe
7	0.10	0.30	0.015	0.021	
7	0.20	0.30	0.011	0.017	-0.006
7	0.30	0.30	-0.016	-0.010	
10	0.10	0.30	0.050	0.051	
10	0.20	0.30	0.052	0.053	-0.001
10	0.30	0.30	0.016	0.017	
20	0.10	0.30	0.128	0.128	
20	0.20	0.30	0.103	0.103	0.000
20	0.30	0.30	0.039	0.039	
40	0.10	0.10	0.001	0.001	
40	0.20	0.10	-0.085	-0.085	0.000
40	0.30	0.10	-0.173	-0.173	
60	0.10	0.10	0.004	0.004	
60	0.20	0.10	-0.085	-0.085	0.000
60	0.30	0.10	-0.173	-0.173	

3. POISTOJEN INFLAATIOSIEDON ANALYSOINTI

31. Inflaatiosiedon riippuvuus investoinnin kannattavuudesta

Tarkastellaan seuraavaksi riippuvuutta $s = s(i)$ pitoajan (n) ja poistosuhteen (j) ollessa kiinnitettyinä. Todettakoon tässä se, että tarkastelun kohteena on omilla varoilla rahoitettu marginaali-investointi, jossa investoinnin sisäinen korko on laskentakoron suuruinen. Määritetään funktion $s = s(i)$ käyttäytyminen, kun i vaihtelee $0 \to \infty$. Lausekkeesta (2.17) nähdään, että tapauksessa $i = 0$ inflaatiosieto $s(0) = 0$ eli inflaatiosiedon riippuvuus investoinnin kannattavuudesta alkaa origosta. Vastaavasti raja-arvo inflaatiosiedolle, kun $i \to \infty$, on

$$(3.1)\qquad \lim_{i\to\infty} s(i) = \lim_{i\to\infty}\{-i+\ln[1 + j\,\frac{e^{(n+1)i} - 1}{e^{ni} + 1}]\}$$

$$= \lim_{i\to\infty} \ln\{e^{-i}[1 + j\,\frac{e^{(n+1)i} - 1}{e^{ni} + 1}]\}$$

$$= \ln\{\lim_{i\to\infty}[e^{-i} + j\,\frac{1 - e^{-(n+1)i}}{1 + e^{-ni}}]\}$$

$$= \ln j.$$

Inflaatiosiedon raja-arvoksi ($i \to \infty$) saadaan näin poistosuhteen (luonnollinen) logaritmi. Koska $0 < j < 1$, niin $\lim_{i\to\infty} s(i) < 0$. Funktion $s(i)$ käyttäytyminen välillä $(0, \infty)$ tutkitaan seuraavassa (osittais)derivaatan avulla. Osittaisderivaataksi saadaan

$$(3.2)\qquad \frac{\partial s}{\partial i} = -1 + j\,\frac{(n + 1)e^{(n+1)i}[e^{ni} + 1] - ne^{ni}[e^{(n+1)i} - 1]}{[1 + j\,\frac{e^{(n+1)i} - 1}{e^{ni} + 1}]\,[e^{ni} + 1]^2}$$

$$= -1 + j\,\frac{e^{ni}[e^{(n+1)i} + (n + 1)e^{i} + n]}{(e^{ni} + 1)[(e^{ni} + 1) + j(e^{(n+1)i} - 1)]}$$

$$= \frac{-e^{2ni} + jne^{(n+1)i} + [j(n+1) - 2]e^{ni} - (1 - j)}{(e^{ni} + 1)[(e^{ni} + 1) + j(e^{(n+1)i} - 1)]}\,.$$

Derivaatan arvoksi origossa saadaan erityisesti

$$(3.3)\qquad [\frac{\partial s}{\partial i}]_{i=0} = -1 + \frac{j(n+1)}{2}\,.$$

Derivaatta origossa on siten positiivinen, jos

$$(3.4)\qquad -1 + \frac{j(n + 1)}{2} > 0$$

eli jos

$$(3.5)\qquad j > \frac{2}{n + 1} \qquad ([\frac{\partial s}{\partial i}]_{i=0} > 0).$$

Näin siirryttäessä positiivisen tuoton antaviin investointeihin menojäännöspoistot sietävät (aluksi) inflaatiota, mikäli poistosuhde j on suurempi kuin 2/(pitoaika + 1). Sama ehto voidaan myös esittää muodossa $n > \frac{2}{j} - 1$.

Derivaatta origossa = 0, jos

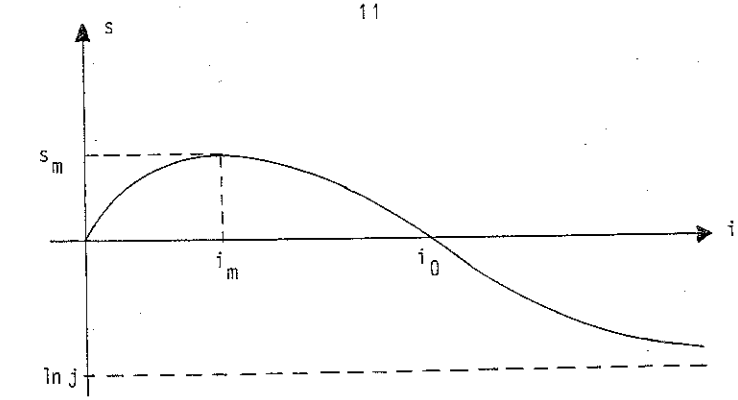
$$(3.6)\qquad j = \frac{2}{n + 1} \qquad ([\frac{\partial s}{\partial i}]_{i=0} = 0),$$

eli jos $n = \frac{2}{j} - 1$ ja vastaavasti derivaatta origossa on negatiivinen, jos

$$(3.7)\qquad j < \frac{2}{n + 1} \qquad ([\frac{\partial s}{\partial i}]_{i=0} < 0).$$

Näin lausekkeiden j ja $2/(n + 1)$ välinen suuruusjärjestys muodostuu ratkaisevaksi funktion $s = s(i)$ käyttäytymiselle origossa. Seuraavassa osoitetaan, että tämä käyttäytyminen origossa ratkaisee funktion laadullisen käyttäytymisen kokonaisuudessaan välillä $(0, \infty)$.

Tarkastellaan ensin tapausta $j > 2/(n + 1)$ eli $n > \frac{2}{j} - 1$. Origossa on $s(0) = 0$ ja $[\frac{\partial s}{\partial i}]_{i=0} > 0$. Investoinnin tuoton kasvu (nollasta) alkaa synnyttää inflaatiosietoa. Toisaalta, kun i on riittävän suuri, on $\frac{\partial s}{\partial i} < 0$. Osittaisderivaatan lausekkeessa (3.2) nimittäjä on aina positiivinen, joten osoittaja ilmoittaa derivaatan merkin. Osoittajan merkin suurilla i:n arvoilla ratkaisee e^{i}:n korkein potenssi, joka tässä tapauksessa on $(e^{i})^{2n} = e^{2ni}$. Tämän kerroin on negatiivinen, jolloin myös osittaisderivaatan merkki suurilla i:n arvoilla on negatiivinen eli inflaatiosieto on aleneva. Siis riittävän suurilla i:n arvoilla $\frac{\partial s}{\partial i} < 0$. Kun vielä otetaan huomioon aikaisempi tulos $\lim_{i\to\infty} s(i) < 0$, voidaan päätellä funktion $s = s(i)$ tyypilliseksi käyttymiseksi kuvion 3.1 mukainen tilanne. Investoinnin sisäisen koron ollessa = 0 poistot eivät siedä inflaatiota eli $s(0) = 0$. Investoinnin kannattavuuden parantuessa syntyy inflaatio-



Kuvio 3.1 Inflaatiosiedon riippuvuus investoinnin kannattavuudesta tapauksessa $j > 2/(n+1)$.

sietoa ($\frac{\partial s}{\partial i} > 0$), joka lisääntyy tiettyyn kannattavuuden arvoon (i_m) saakka saavuttaen tässä maksimiarvonsa (s_m). Investoinnin sisäisen koron i_m jälkeen inflaatiosieto alkaa laskea ($\frac{\partial s}{\partial i} < 0$), kunnes se loppuu kokonaan i_0:ssa ja muuttuu negatiiviseksi sitä enemmän, mitä suurempi i on. Matemaattisena raja-arvona s:lle on ln j.

Maksimi-inflaatiosiedon (s_m) antava kannattavuus (i_m) saadaan ehdosta $[\frac{\partial s}{\partial i}]_{i=i_m} = 0$ eli seuraavan yhtälön ratkaisuna i:n suhteen

$$(3.8) \qquad -e^{2ni} + jn\, e^{(n+1)i} + [j(n+1) - 2]e^{ni} - (1-j) = 0.$$

Ottamalla käyttöön korkotekijä $R = e^i$ saa yhtälö muodon

$$(3.9) \qquad -R^{2n} + jn\, R^{n+1} + [j(n+1) - 2]R^n - (1-j) = 0.$$

Yhtälön vasen puoli on astetta 2n oleva R:n polynomi, jonka nollakohdat muodostavat yhtälön ratkaisun. Nyt ollaan kiinnostuneita vain nollakohdasta alueella $R \geq 1$, ts. alueella $i \geq 0$ (positiivisen sisäisen koron omaavat investoinnit). Polynomin nollakohtaa ei saada ekplisiittisesti ratkaistuksi j:n ja n:n funktiona. Numeerinen ratkaisu kullakin j:n ja n:n arvolla sen sijaan on yksinkertainen toimenpide. Nollakohdan R_m löytymisen jälkeen maksimi-inflaatiosiedon tuottava kannattavuus i_m saadaan logaritmina

$$(3.10) \qquad i_m = \ln e^{i_m} = \ln R_m$$

ja maksimi-inflaatiosieto s:n lausekkeesta

$$(3.11) \qquad s_m = -i_m + \ln[1 + j\,\frac{e^{(n+1)i_m} - 1}{e^{ni_m} + 1}].$$

Kannattavuus i_0, jolla inflaation sieto loppuu, saadaan ehdosta

$$(3.12) \qquad s(i_0) = 0$$

eli i_0 on yhtälön

$$(3.13) \qquad -i + \ln[1 + j\,\frac{e^{(n+1)i} - 1}{e^{ni} + 1}] = 0$$

ratkaisu. Jälleen ollaan kiinnostuneita vain ratkaisusta alueella $i > 0$[1]. Yhtälö voidaan saattaa myös muotoon

$$(3.14) \qquad (1-j)e^{(n+1)i} - e^{ni} + e^i - (1-j) = 0$$

eli korkotekijän avulla lausuttuna muotoon

$$(3.15) \qquad (1-j)R^{n+1} - R^n + R - (1-j) = 0.$$

Astetta n+1 olevan polynomin suurin juuri R_0 jää jälleen numeerisesti etsittäväksi n:n ja j:n kiinnityksen jälkeen. Inflaatiosiedon loppumisen ilmoittava kannattavuus saadaan logaritmina

$$(3.16) \qquad i_0 = \ln e^{i_0} = \ln R_0.$$

On luonnollisesti mahdollista etsiä i_0 (numeerisesti) myös suoraan yhtälöstä (3.13).

1 $i = 0$ on yhtälön yksi ratkaisu, kuten aiemmin on jo käynyt ilmi.

Tarkastellaan seuraavaksi riippuvuutta $s = s(i)$ tapauksessa $j = 2/(n+1)$. Tarkastelussa käytetään jälleen osittaisderivaattaa. Lisäksi on käytössä yleiset tulokset $s(0) = 0$ ja $\lim_{i\to\infty} s(i) = \ln j < 0$. Osittaisderivaatta supistuu nyt muotoon

$$(3.17) \qquad \frac{\partial s}{\partial i} = \frac{-e^{2ni} + (2-j)e^{(n+1)i} - (1-j)}{(e^{ni}+1)[(e^{ni}+1) + j(e^{(n+1)i} - 1)]} .$$

Derivaatan merkin selvittämiseksi tarvitsee jälleen tarkastella vain osoittajan merkkiä, koska nimittäjä on aina positiivinen. Otetaan jälleen käyttöön korkotekijä $R = e^i$, jolloin osoittaja voidaan esittää polynomina

$$(3.18) \qquad P(R) = -R^{2n} + (2-j)R^{n+1} - (1-j).$$

Positiivisen sisäisen koron omaaviin investointeihin ($i \geq 0$) rajoittuminen merkitsee polynomin tutkimisessa rajoittumista alueelle $R \geq 1$. Selvästikin on

$$(3.19) \qquad P(1) = 0$$

ts. derivaatta $\frac{\partial s}{\partial i}$ on origossa $= 0$ ($[\frac{\partial s}{\partial i}]_{i=0} = 0$). Osoitetaan seuraavaksi, että $\frac{\partial s}{\partial i} < 0$, kun $i > 0$. Polynomin $P(R)$ derivaatta on

$$(3.20) \qquad P'(R) = -2nR^{2n-1} + (2-j)(n+1)R^n.$$

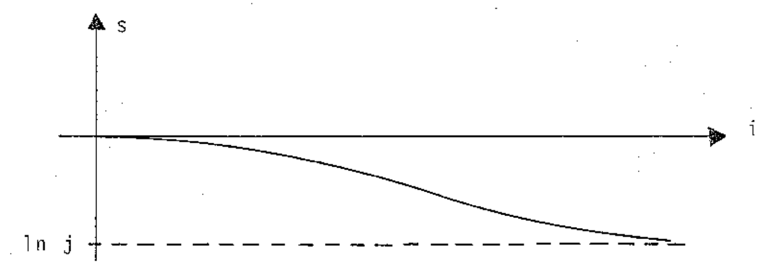
Kun $R = 1$ (eli $i = 0$), on

$$(3.21) \qquad P'(1) = -2n + (2-j)(n+1)$$

$$= -2n + 2n + 2 - j(n+1) = 0$$ [1].

Kun $R > 1$ (eli $i > 0$), on

1 $j(n+1) = 2$



Kuvio 3.2 Inflaatiosiedon riippuvuus investoinnin kannattavuudesta tapauksessa $j \leq 2/(n+1)$.

$$(3.22) \qquad P'(R) = -2nR^{2n-1} + (2-j)(n+1)R^n$$

$$= R^n[(2-j)(n+1) - 2nR^{n-1}]$$

$$= R^n[2n + 2 - j(n+1) - 2nR^{n-1}]$$

$$= R^n 2n[1 - R^{n-1}] < 0 \qquad (\text{kun } n > 1).$$

On siis saatu tulokset $P(1) = 0$, $P'(1) = 0$, $P'(R) < 0$, kun $R > 1$. Täten on $P(R) < 0$, kun $R > 1$. Osittaisderivaatan $\frac{\partial s}{\partial i}$ osoittaja ja siten koko osittaisderivaatta on negatiivinen, kun $i > 0$. Yhdistämällä tämä tulos tietoon $s(0) = 0$ ja $\lim_{i\to\infty} s(i) = \ln j$ voidaan hahmotella funktion $s = s(i)$ yleinen kulku tapauksessa $j = \frac{2}{n+1}$ kuvion 3.2 tapaan. Tällaisessa tapauksessa positiivista inflaatiosietoa ei saavuteta millään kannattavuustasolla[1], vaan kannattavuuden parantaminen vain kasvattaa inflaatiosiedon negatiivisuutta.

Tarkastellaan vielä tapausta $j < 2/(n+1)$. Tässä tapauksessa funktion $s = s(i)$ kulku on saman luonteinen kuin edellisessä kohdassa. Origossa on $s(0) = 0$, s on vähenevä (ja siten positiivisilla i:n arvoilla aina negatiivinen) ja lähestyy raja-arvona lauseketta $\ln j$. Funktion s negatiivisuus on vieläpä vahvempaa kuin tapauksessa $j = 2/(n+1)$. Tämä voidaan päätellä suoraan s:n lausekkeesta

$$(3.23) \qquad s = -i + \ln[1 + j\frac{e^{(n+1)i} - 1}{e^{ni} + 1}].$$

1 Vrt. Riistama (1978), s. 132 - 133.

Edellä osoitettiin että tapauksessa $j = 2/(n+1)$ on voimassa kaikilla i:n arvoilla ($i > 0$) ja kaikilla n:n arvoilla ($n > 1$) relaatio $s < 0$. Koska s on j:n suhteen monotonisesti kasvava (tulos on ilmeinen, mutta se myös osoitetaan myöhemmin j:n suhteen suoritettavan partiaalianalyysin yhteydessä), merkitsee siirtyminen tilanteesta $j = 2/(n+1)$ tilanteeseen $j < 2/(n+1)$ s:n pienenemistä eli negatiivisuuden edelleen vahvistumista (olivatpa $i > 0$ ja $n > 1$ mitä hyvänsä).

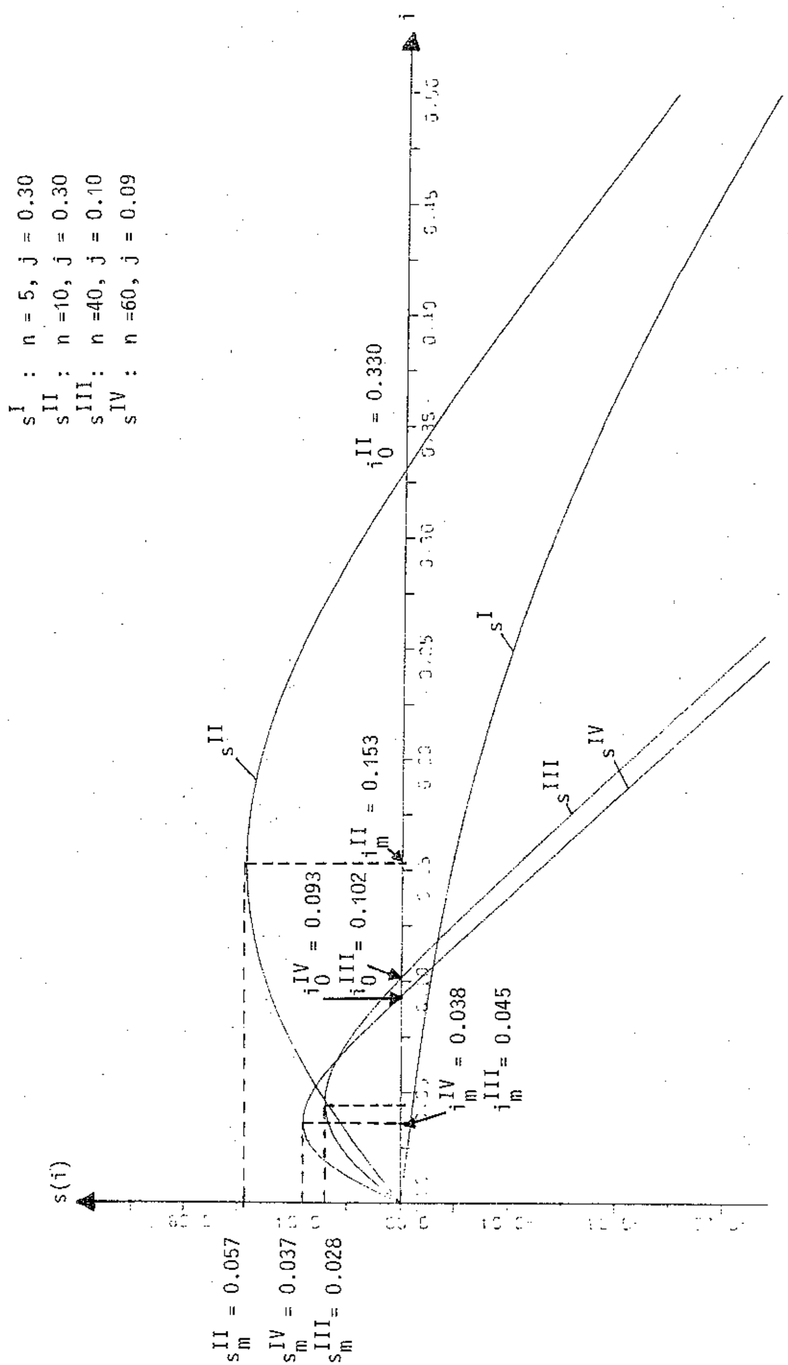
Yhteenvetona tapauksista $j \leq 2/(n+1)$ voidaan todeta, että investointi ei millään kannattavuuden tasolla yllä positiiviseen inflaatiosietoon. Poistosuhteen ja pitoajan välinen suhde on siten täysin ratkaisevassa asemassa. Mikäli positiivisen inflaatiosiedon välttämätön (ei riittävä) ehto $j > 2/(n+1)$ ei toteudu, menojäännöspoistot eivät siedä lainkaan inflaatiota, vaan inflaatiosieto on kannattavuudesta riippumatta aina negatiivinen.

Kuviossa 3.3 seuraavalla sivulla on esitetty muutamia riippuvuuksia $s = s(i)$ eri pitoajan ja poistosuhteen yhdistelmillä. Käyrä s^I kuvaa inflaatiosiedon riippuvuutta investoinnin kannattavuudesta tapauksessa, jossa $n = 5$ vuotta ja $j = 0.30$[1]. Kysymyksessä voisi olla esimerkiksi omin varoin rahoitettava investointi atk-laitteisiin[2]. Tällainen investointi ei siedä inflaatiota lainkaan, koska $j < 2/(n+1)$ eli $0.3 < 0.33$. Investoinnin kannattavuus vaikuttaa inflaatiosiedon negatiivisuuteen siten, että se kasvaa i:n kasvaessa.

Kuvaaja s^{II} kuvaa yhden tyypillisen koneinvestoinnin inflaatiosiedon riippuvuutta i:stä. Käyrä on aluksi nouseva saavuttaen maksimi-inflaatiosiedon i:n arvolla $i_m = 0.153$ (15,3 %). Investoinnin sisäisen koron ollessa 15,3 % inflaatiosiedoksi tulee 5,7 %. Tämä inflaatiosieto voidaan suhteuttaa esimerkiksi

1 EVL 30:3

2 Yritystutkimusneuvottelukunta suosittaa useilla toimialoilla koneiden ja laitteiden teknis-taloudelliseksi pitoajaksi 5-6 vuotta. Ks. Yritystutkimusneuvottelukunta (1979), liite 2.



Kuvio 3.3. Inflaatiosiedon s riippuvuus investoinnin kannattavuudesta i eräillä pitoajan n ja poistosuhteen j arvoilla.

1970-luvulla vallinneeseen 11,5 %:n[1] inflaatioon joten 30 %:n menojäännöspoisto ei ole inflaatiolta suojautumiseksi riittävän etupainoinen mainittuihin investointeihin käytetty - nä[2]. Inflaatiosieto loppuu kokonaan, mikäli investoinnin sisäinen korko on ≥ 33 %.

Käyrä s^{III} kuvaa 40 vuoden pitoajan omaavaa rakennusinvestointia, joka poistetaan EVL 34:2:1 mukaan 10 %:n jäännösarvopoistoina. Myös tämä käyrä kohoaa aluksi investoinnin kannattavuuden kohotessa. Suurimmillaan positiivinen inflaatiosieto on vain 2,8 %, joka saavutetaan 4,5 %:n tuottotasolla. Investoinnin sisäisen koron ollessa > 4,5 % positiivinen inflaatiosieto alkaa laskea. Kohdassa $i_0 = 0.102$ inflaatiosieto loppuu ja tätä korkeammilla tuottotasoilla inflaatiosieto muodostuu negatiiviseksi. Käyrä s^{IV} ($n = 60$, $j = 0.09$) saavuttaa edellistä nopeammin inflaatiosiedon maksimin, mikä tapahtuu investoinnin sisäisen koron ollessa 3,8 %. Tällöin investointi sietää 3,7 %:n inflaation. Investoinnin inflaatiosieto loppuu 9,3 %:n sisäisen koron tasolla.

Edellisten esimerkkien pohjalta voidaan vetää se johtopäätös, etteivät nykyiset poistosäännökset anna yritykselle läheskään riittäviä mahdollisuuksia inflaatiolta suojautumiseksi. Pahin tilanne on sellaisten investointien kohdalla, joissa ehto $j > 2/(n+1)$ ei toteudu.

32. Inflaatiosiedon riippuvuus investoinnin pitoajasta

Oletetaan i ja j kiinnitetyiksi (kuitenkin täysin yleisiksi) ja tarkastellaan funktiota $s = s(n)$. Suoritetaan tarkastelu koko tulkinnallisesti mielekkäällä n:n arvoalueella ts. $1 \leq n \leq \infty$, vaikka käytännössä voidaankin rajoittua suppeammalle alueelle (mm. j:n arvosta riippuen).

Lausekkeesta (2.17) määrätään ensin s:n arvot n:n vaihtelualueen kummassakin päässä. Saadaan

1 Tukkuhintaindeksin keskimääräinen vuosinousu, vastaa jatkuvan koron tapauksessa inflaatiota s = 10,9 %

2 Tätä tarkastellaan lähemmin kappaleessa 35.

$$(3.24) \qquad \underline{s} = s(1) = -i + \ln[1 + j\,\frac{e^{2i} - 1}{e^{i} + 1}]$$
$$= -i + \ln[1 + j(e^{i} - 1)]$$
$$= \ln[e^{-i} + j(1 - e^{-i})]$$

ja

$$(3.25) \qquad \overline{s} = \lim_{n\to\infty} s(n) = \lim_{n\to\infty} \{-i + \ln[1 + j\,\frac{e^{(n+1)i} - 1}{e^{ni} + 1}]\}$$
$$= \lim_{n\to\infty} \ln\{e^{-i} + j\,\frac{e^{ni} - e^{-i}}{e^{ni} + 1}\}$$
$$= \ln \lim_{n\to\infty}\{e^{-i} + j\,\frac{1 - e^{-(n+1)i}}{1 + e^{-ni}}\}$$
$$= \ln[e^{-i} + j].$$

Osoitetaan seuraavaksi, että $s(n)$ on monotonisesti kasvava, ts. kun n kasvaa $1 \to \infty$, niin s kasvaa $\underline{s} \to \overline{s}$. Derivoimalla s saadaan

$$(3.26) \qquad \frac{\partial s}{\partial n} = \frac{j\{ie^{(n+1)i}[e^{ni} + 1] - ie^{ni}[e^{(n+1)i} - 1]\}}{[1 + j\frac{e^{(n+1)i} - 1}{e^{ni} + 1}]\,[e^{ni} + 1]^2}$$

$$= \frac{ije^{ni}\,(e^{i} + 1)}{(e^{ni} + 1)[(e^{ni} + 1) + j(e^{(n+1)i} - 1)]}.$$

Selvästikin on $\frac{\partial s}{\partial n} > 0$, ts. $s(n)$ on monotonisesti kasvava arvosta $\underline{s}$ ($n = 1$) arvoon $\overline{s}$ ($n \to \infty$). Tarkastellaan vielä lähemmin arvoja $\underline{s}$ ja $\overline{s}$.

Inflaatiosiedon alaraja $\underline{s}$ on aina negatiivinen, sillä

$$(3.27)\quad \underline{s} = -i + \ln[1 + j(e^{i} - 1)]$$
$$= \ln[e^{-i} + j(1 - e^{-i})]$$
$$\leq \ln[e^{-i} + 1 - e^{-i}] = \ln 1 = 0.$$

Epäyhtälö (3.27):ssä on seurausta rajoittumisesta j:n suhteen alueelle $j \leq 1$. Arvolla $j = 1$ on $\underline{s} = 0$, muulloin on aidosti $\underline{s} < 0$.

Inflaatiosiedon ylärajan $\overline{s}$ merkki jää riippumaan kiinnitettyjen parametrien i ja j välisestä suhteesta, sillä $\overline{s}$:n positiivisuusehdosta

$$(3.28)\quad \overline{s} = \ln[e^{-i} + j] > 0$$

seuraa ehto

$$(3.29)\quad e^{-i} + j > 1,$$

eli vielä

$$(3.30)\quad j > 1 - e^{-i}.$$

Siis positiiviseen inflaatiosietoon päästään pitoaikaa kasvattamalla vain mikäli ehto (3.30) toteutuu. Koska on likimain voimassa $e^{-i} \sim 1 - i$, merkitsee ylläoleva tulos, että positiivinen inflaatiosieto on mahdollista vain[1], mikäli

$$(3.31)\quad j > i,$$

ts. <u>poistosuhteen on oltava investoinnin (reaalista) sisäistä korkoa suurempi</u>. Tapauksessa $j \leq 1 - e^{-i}$ [2] inflaatiosieto on kaikilla n:n arvoilla negatiivinen.

---
1 Tämäkin vain riittävän suurilla n:n arvoilla

2 Approksimaationa $j \leq i$

Tapauksessa $j > 1 - e^{-i}$ on siis olemassa eräs rajaluku n_0, jota suuremmilla n:n arvoilla inflaation sieto s on positiivinen (koska s monotonisesti kasvava ja $\overline{s} > 0$). Rajaluku n_0 on pienin n:n arvo, joka toteuttaa epäyhtälön

$$(3.32)\quad s(n) = -i + \ln[1 + j\,\frac{e^{(n+1)i} - 1}{e^{ni} + 1}] \geq 0.$$

Rajaluvun määritysehdoksi saadaan edelleen

$$(3.33)\quad 1 + j\,\frac{e^{(n+1)i} - 1}{e^{ni} + 1} \geq e^{i}$$

eli korkotekijän avulla lausuttuna

$$(3.34)\quad 1 + j\,\frac{R^{n+1} - 1}{R^{n} + 1} \geq R,$$

josta vielä sievennettynä

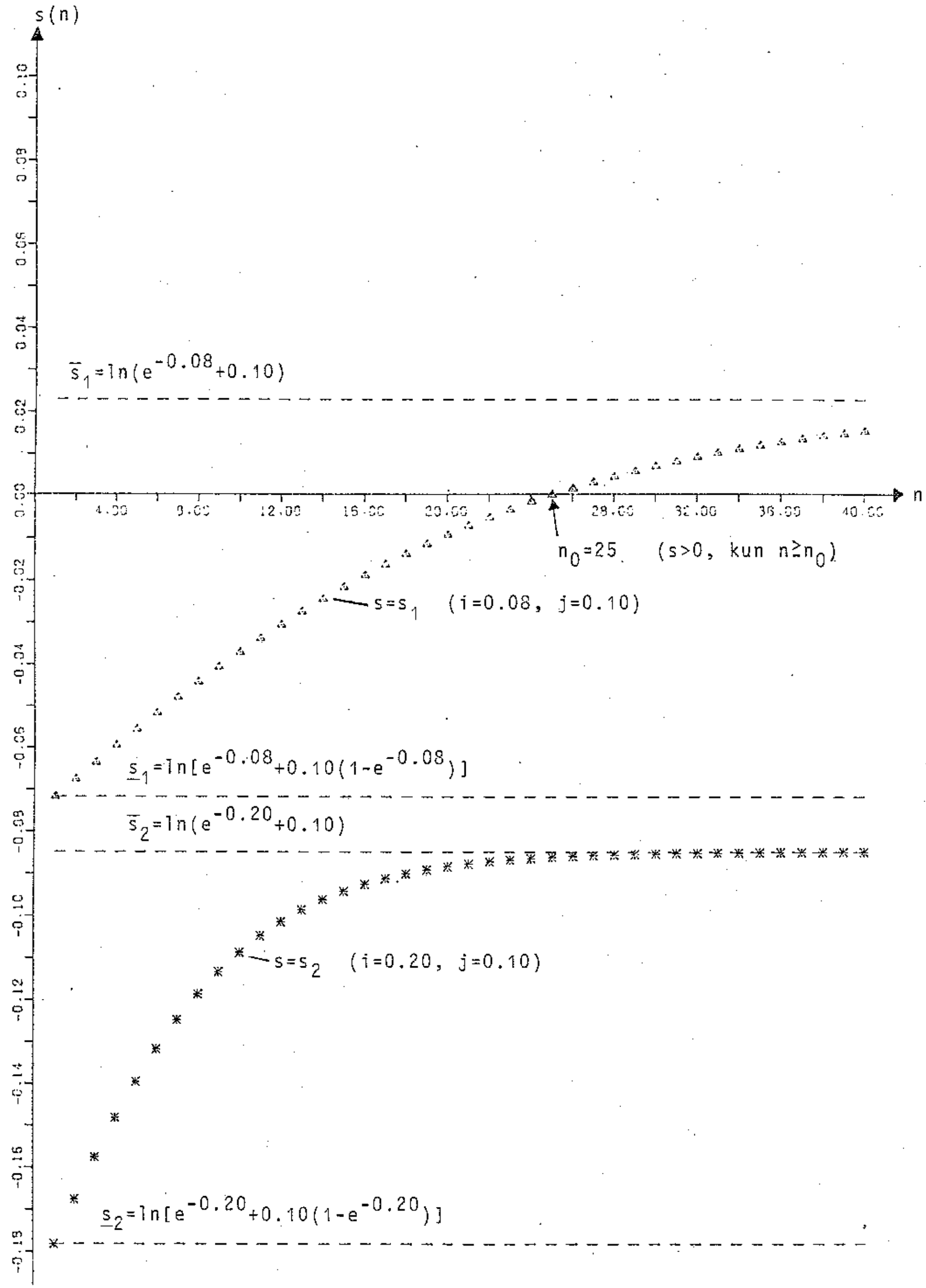
$$(3.35)\quad (1 - j)R^{n+1} - R^{n} + R - (1 - j) \leq 0.$$

Ensimmäinen n, joka annetuilla i:n (R:n) ja j:n arvoilla toteuttaa epäyhtälön (3.35), on etsitty n_0. Tämä rajaluku löydetään helposti numeerisesti. Esimerkiksi parametrien arvoilla $j = 0.30$ ja $i = 0.10$ ($R = 1.1052$) on $n_0 = 6$ vuotta. Tällaisen investoinnin pitoajan on siten oltava vähintään 6 vuotta, jotta investointi sietäisi inflaatiota.

Kuviossa 3.4 seuraavalla sivulla on esitetty s(n):n kuvaajat kahdella eri i:n ja j:n arvokombinaatiolla. Käyrällä s_1 on $i = 0.08$ ja $j = 0.10$, käyrällä s_2 vastaavasti $i = 0.20$ ja $j = 0.10$. Käyrän s_1 vaihtelualueen rajat ovat

$$\underline{s}_1 = \ln[e^{-0.08} + 0.10(1 - e^{-0.08})] = -0.072$$

$$\overline{s}_1 = \ln(e^{-0.08} + 0.10) = 0.023$$



Kuvio 3.4. Inflaatiosiedon s riippuvuus pitoajasta n; tapaukset s_1: i (investoinnin tuotto) < j (poistosuhde) ja s_2: i>j.

ja käyrällä s_2 vastaavasti

$$\underline{s}_2 = \ln[e^{-0.20} + 0.10(1 - e^{-0.20})] = -0.178$$

$$\bar{s}_2 = \ln(e^{-0.20} + 0.10) = -0.085$$

Käyrällä s_1 päästään positiiviseen inflaatiosietoon pitoaikaa kasvattamalla, $n_0 = 25$ vuotta. Positiivinen inflaatiosieto on mahdollinen, koska poistosuhteen ja investoinnin sisäisen koron välillä vallitsee lausekkeen (3.30) mukainen positiivisuusehto, eli $j > 1 - e^{-i}$ ts. $0.1 > 0.077$. Paremman tuoton (20 %) antava s_2-käyrän mukainen investointi ei siedä inflaatiota millään pitoajalla, koska $j < 1 - e^{-i}$, ts. $0.1 < 0.181$.

Johtopäätöksenä edellä esitetystä voidaan todeta, että inflaatiolta suojautumiseksi yrityksen kannattaa investoida mahdollisimman pitkävaikutteisiin investointeihin[1] edellyttäen, että investoinnin poistosuhde on investoinnin sisäistä korkoa korkeampi.

33. Inflaatiosiedon riippuvuus poistosuhteesta

Poistosuhteen vaikutuksen analyysissa rajoitutaan luonnollisesti välille $0 \leq j \leq 1$. Inflaatiosiedon peruslausekkeesta (2.17) saadaan s:n arvoiksi j:n mahdollisen vaihtelualueen päissä lausekkeet

(3.36) $s(0) = -i$

(3.37) $s(1) = -i + \ln[1 + \frac{e^{(n+1)i} - 1}{e^{ni} + 1}]$

$$= \ln \frac{e^{(n+1)i} + e^{ni}}{e^{(n+1)i} + e^{i}} .$$

Positiivisilla i:n arvoilla pätee[2] $s(0) < 0$ ja $s(1) > 0$.

1 Kokonaan toisilla menetelmillä ovat samaan yleissuositukseen päätyneet myös Poensgen-Straub (1976), s. 21.

2 Kun $i = 0$, on $s(j) \equiv 0$

Lausekkeen (3.36) perusteella on poistokelvottoman investoinnin (esimerkiksi maa-alueet) inflaatiosieto investoinnin sisäisen koron verran negatiivinen pitoajasta riippumatta. Vastaavasti viime vuosina käytössä ollut vapaa poisto-oikeus johtaa ensimmäisenä vuotena kokonaan käytettynä aina positiiviseen inflaatiosietoon (ks. taulukko 3.1). Esimerkiksi 10 vuoden pitoajan omaavan 10 %:n tuoton antavan investoinnin inflaatiosiedoksi tulee lausekkeesta (3.37) 0.33 (33 %). Vastaava 40 vuoden pitoajan omaava investointi sietää inflaatiota 62,6 %. Siten kriittisessä tilinpäätöstilanteessa ensimmäisenä vuotena kokonaan käytetyt vapaat poisto-oikeudet ovat tehokas tapa inflaatiolta suojautumiseksi. Kuitenkin on muistettava, että suuren kertamenon poistaminen edellyttää kriittistä tilinpäätöstilannetta ja normaalisti muista kuin ko. investoinnista saatavia tuloja, joista suurta kertamenoa voidaan vähentää.

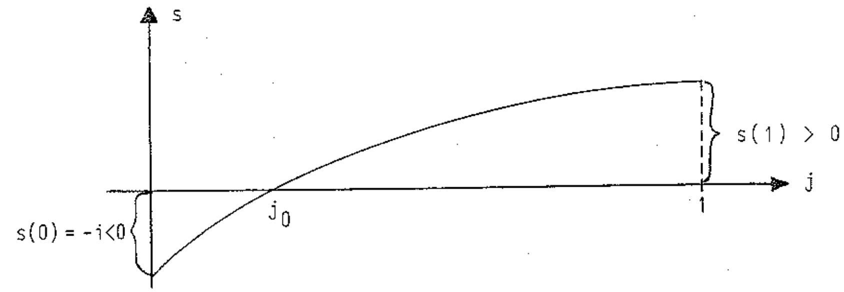
Taulukko 3.1 Kertapoistojen (j = 1) inflaatiosieto

i \ n	5	10	40	60
0.05	0.093	0.194	0.542	0.620
0.10	0.170	0.331	0.626	0.642
0.20	0.285	0.471	0.598	0.598

Funktio s(j) on monotonisesti kasvava. Tämä nähdään suoraan s(j):n lausekkeesta, mutta myös osittaisderivaatasta

$$(3.38)\qquad \frac{\partial s}{\partial j} = \frac{\dfrac{e^{(n+1)i}-1}{e^{ni}+1}}{1 + j\,\dfrac{e^{(n+1)i}-1}{e^{ni}+1}} = \frac{e^{(n+1)i}-1}{e^{ni}+1+j(e^{(n+1)i}-1)},$$

joka on selvästi positiivinen (kun $i > 0$). Funktion $s = s(j)$ kulku on siis tyypillisesti kuvion 3.5 mukainen. Funktio lähtee kasvamaan arvosta $s(0) = -i$, saavuttaa arvon 0 eräässä pisteessä j_0 $(0 < j_0 < 1)$ ja on j_0:sta eteenpäin positiivinen, edelleen monotonisesti kasvaen. Kuvaajasta käy näin ilmi j:n



Kuvio 3.5 Inflaatiosiedon riippuvuus poistosuhteesta, $i > 0$.

ratkaiseva merkitys inflaatiosiedon suuruudelle. Kaikilla positiivisen sisäisen koron i ja pitoajan n arvoilla on mahdollista päästä positiiviseen inflaatiosietoon, mikäli poistosuhde j voidaan valita riittävän suureksi $(j > j_0)$.

Inflaatiosiedon kriittinen poistosuhde j_0 saadaan ratkaisuna yhtälölle

$$(3.39)\qquad s(j) = -i + \ln\left[1 + j\,\frac{e^{(n+1)i}-1}{e^{ni}+1}\right] = 0,$$

eli saadaan

$$(3.40)\qquad j_0 = \frac{(e^{ni}+1)(e^{i}-1)}{e^{(n+1)i}-1} = \frac{e^{ni}+1}{e^{ni}+e^{(n-1)i}+\ldots+e^{i}+1} = \frac{e^{ni}+1}{\bar{s}_{\overline{n+1}|i}},$$

missä $\bar{s}_{\overline{n}|i} = \sum_{t=1}^{n} R^{t-1} = \sum_{t=1}^{n} e^{t-1}$ on jaksollisten jälkikäteisten suoritusten prolongaatiotekijä jatkuvan koron tapauksessa (n suoritusjaksoa).

34. Inflaatiosiedon absoluuttinen yläraja

Partiaalianalyyseissä edellä on käynyt selvästi ilmi, että funktio $s = s(i,n,j)$ on ylöspäin rajoitettu ts. että sillä on absoluuttinen yläraja jota se ei millään parametrien arvoilla voi ylittää[1].

Etsitään seuraavassa arvio tälle ylärajalle. Kolmen muuttujan funktio

$$(3.41)\qquad s = s(i,n,j) = -i + \ln[1 + j\,\frac{e^{(n+1)i} - 1}{e^{ni} + 1}]$$

$$= \ln[e^{-i} + j\,\frac{e^{(n+1)i} - 1}{e^{(n+1)i} + e^{i}}]$$

on j:n suhteen kasvava. Koska $j \leq 1$, on kaikilla i:n ja n:n arvoilla voimassa

$$(3.42)\qquad s \leq s(i,n,1) = \ln[e^{-i} + \frac{e^{(n+1)i} - 1}{e^{(n+1)i} + e^{i}}]$$

$$= \ln \frac{e^{(n+1)i} + e^{ni}}{e^{(n+1)i} + e^{i}} \quad .$$

Merkitään $s(i,n,1) = \tilde{s}(i,n)$, jolloin siis pätee

$$(3.43)\qquad s \leq \tilde{s}(i,n) = \ln \frac{e^{(n+1)i} + e^{ni}}{e^{(n+1)i} + e^{i}}.$$

Funktio $\tilde{s}(i,n)$ on kasvava n:n suhteen. Tällöin on voimassa kaikilla i:n arvoilla

$$(3.44)\qquad s \leq \tilde{s}(i,n) \leq \lim_{n\to\infty} \tilde{s}(i,n) = \lim_{n\to\infty} \ln \frac{e^{(n+1)i} + e^{ni}}{e^{(n+1)i} + e^{i}}$$

$$= \ln \lim_{n\to\infty} \frac{1 + e^{-i}}{1 + e^{-ni}} = \ln (1 + e^{-i}).$$

Merkitään $\lim_{n\to\infty} \tilde{s}(i,n) = \tilde{\tilde{s}}(i)$, jolloin on voimassa

$$(3.45)\qquad s \leq \tilde{\tilde{s}}(i) = \ln (1 + e^{-i}).$$

---

1 s:llä i:n suhteen absoluuttinen maksimiarvo s_m, eri n:n arvoilla s vaihtelee rajoissa $\underline{s} \to \bar{s}$ ja j:n suhteen vaihtelurajat ovat s(0) ja s(1).

Funktio $\tilde{\tilde{s}}(i)$ on puolestaan vähenevä i:n funktio, joten sen suurin arvo (alueella $i \geq 0$) on $\tilde{\tilde{s}}(0) = \ln 2$. Siten on aina

$$s \leq \ln 2 \sim 0.693,$$

ts. inflaatiosieto ei millään parametrien i, j ja n arvoilla ($i \geq 0$, $0 \leq j \leq 1$, $n \geq 1$) voi muodostua 69,3 %:a suuremmaksi.

35. Nykyisten EVL-poistojen riittävyys toteutuneen inflaatiokehityksen valossa

Olkoon toteutunut tai ennustettu inflaatiovauhti suuruudeltaan $\hat{s}$. Asetetaan kysymys: suuriko poistosuhteen j olisi oltava, jotta investointi sietäisi $\hat{s}$:n suuruisen inflaation. Merkitään näin määriteltyä poistosuhdetta symbolilla $\hat{j}$, jolloin siis $s(\hat{j}) = \hat{s}$ ja $s(j) > \hat{s}$, kun $j > \hat{j}$[1]. Koska $\lim_{j\to\infty} s(j) = \infty$ on tämä arvo $\hat{j}$ aina olemassa, määritelmällisesti ja tulkinnallisesti se on luonnollisesti mielekäs vain, mikäli $\hat{j} \leq 1$.

Poistosuhde $\hat{j}$ saadaan ratkaisuna yhtälölle[2]

$$(3.46)\qquad s(j) = \ln[1 + j\,\frac{e^{(n+1)i} - 1}{e^{ni} + 1}] - i = \hat{s},$$

eli saadaan

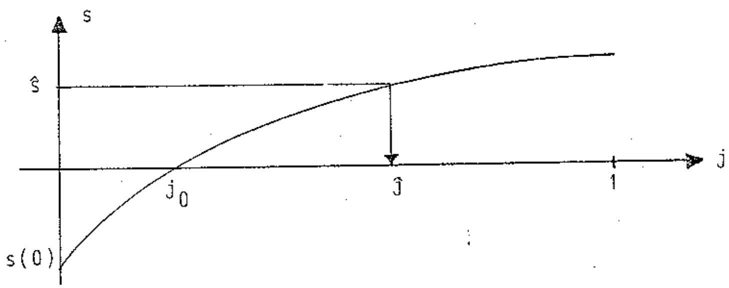
$$(3.47)\qquad \hat{j} = \frac{(e^{ni} + 1)(e^{i+\hat{s}} - 1)}{e^{(n+1)i} - 1}.$$

Tukkuhintaindeksillä mitattuna 1970-luvun inflaatio oli keskimäärin 11,5 % vuodessa. Jatkuvaa korkoa vastaava inflaatiovauhti on siten ln 1.115 = 0.109 (10,9 %). Taulukkoon 3.2 on laskettu lausekkeen (3.47) mukaan inflaatiovauhtia $\hat{s} = 0.109$ vastaava poistosuhde j eräille parametrien i ja n arvoyhdistelmille. Pitoaikoja n = 5 ja n = 10 vastaava EVL-poisto on

---

1 vrt. funktion s = s(j) monotoninen kasvaminen.

2 ks. myös kuvio 3.6.



Kuvio 3.6 Inflaatiosiedon $\hat{s}$ takaavan poistosuhteen $\hat{j}$ määritys.

0.30. Esimerkiksi 10 vuoden pitoaikaa vastaavan 10 %:n tuoton antavan investoinnin $\hat{j}$ = 0.43, eli 1970-luvun inflaatiolta ($\hat{s}$ = 0.109) suojautuminen olisi edellyttänyt 43 %:n menojään-

Taulukko 3.2 Inflaatiosiedon $\hat{s}$ = 0.109 takaava poistosuhde valituilla (i,n)-yhdistelmillä

i \ n	5	10	40	60
0.05	(1.13)	0.62	0.21	0.18
0.10	0.75	0.43	0.22	0.21
0.20	0.58	0.38	0.30	0.30

nöspoistoa. Näin 30 %:n menojäännöspoisto ei etupainoisuudestaan huolimatta ole ollut riittävä inflaatiolta suojautumiseksi. Poistovajaus on sitä suurempi, mitä lyhytvaikutteisemmasta investoinnista on kysymys. Rakennusten EVL-poistot vaihtelevat rakennusmateriaalista ja käyttötarkoituksesta riippuen välillä 5 - 10 %. Taulukosta 3.2 nähdään, että 40 ja 60 vuoden pitoaikoja vastaavat inflaatiolta suojautumisen takaavat poistosuhteet vaihtelevat välillä 0.18 - 0.30, joten myös rakennusten EVL-poistosäännökset ovat täysin riittämättömät. Myöskään yritysverotustoimikunnan esitys EVL-poistojen nostamiseksi 15 %:iin ei vielä anna mahdollisuuksia suojautua vallinneeseen inflaatiotasoon[1]. Enimmäispoistojen pitäisi olla vähintään 20 %.

1 Yritysverotustoimikunnan mietintö (1980), s. 59.

36. Inflaatiolta suojautumisen takaavat vähimmäispitoajat

Inflaatiosiedon s todettiin edellä olevan pitoajan n suhteen monotonisesti kasvavan. Positiiviseen inflaatiosietoon todettiin päästävän pitoaikaa kasvattamalla, mikäli

(3.48) $\bar{s} = \lim_{n\to\infty} s(n) = \ln[e^{-i} + j] > 0$

ts. mikäli

(3.49) $j > 1 - e^{-i}$.

Asetetaan nyt kysymys: onko tapauksessa $j > 1 - e^{-i}$ mahdollista pitoaikaa pidentämällä päästä toteutuneen/ennustetun inflaatiovauhdin $\hat{s}$ suuruiseen inflaatiosietoon, ts. onko $\bar{s} \geq \hat{s}$ ja jos on, niin mikä on se vähimmäispitoaika $\hat{n}$, jolla näin suuri inflaation sieto saavutetaan.

Ensimmäiseen kysymykseen vastaaminen on helppoa, $\hat{s}$:n suuruisen inflaatiosiedon edellytyksenä on, että toteutuu ehto

(3.50) $\bar{s} = \ln(e^{-i} + j) \geq \hat{s}$

eli

(3.51) $e^{-i} + j \geq e^{\hat{s}}$

eli

(3.52) $j \geq e^{\hat{s}} - e^{-i}$

eli approksimaationa[1]

(3.53) $j \gtrsim i + \hat{s}$.

1 $e^{x} \approx 1 + x$

<u>Poistosuhteen on siten oltava vähintään investoinnin nimellisen sisäisen koron suuruinen</u>[1].

Mikäli toteutuu $j \geq e^{\hat{s}} - e^{-i}$, jolloin siis päästään $\hat{s}$:n suuruiseen inflaatiosietoon, saadaan vähimmäispitoajan $\hat{n}$ määrittämiseksi epäyhtälö[2]

$$(3.54)\qquad s(n) = \ln\left[1 + j\,\frac{e^{(n+1)i} - 1}{e^{ni} + 1}\right] - i \geq \hat{s}.$$

Tästä saadaan edelleen

$$(3.55)\qquad 1 + j\,\frac{e^{(n+1)i} - 1}{e^{ni} + 1} \geq e^{i+\hat{s}},$$

josta korkotekijään R ja inflaatiotekijään $\hat{S} = e^{\hat{s}}$ siirtymällä

$$(3.56)\qquad 1 + j\,\frac{R^{n+1} - 1}{R^{n} + 1} \geq R\hat{S},$$

josta viimein

$$(3.57)\qquad (\hat{S} - j)R^{n+1} - R^{n} + \hat{S}R - (1 - j) \leq 0.$$

Ensimmäinen n, joka annetuilla i:n (R:n), j:n ja $\hat{s}$:n ($\hat{S}$:n) arvoilla toteuttaa epäyhtälön, on etsitty $\hat{s}$:n suuruisen inflaatiosiedon tuottava vähimmäispitoaika $\hat{n}$. Tämä $\hat{n}$:n arvo on etsittävä n_0:n tapaan numeerisesti.

Taulukkoon 3.3 on laskettu 1970-luvun inflaatiovauhtia $\hat{s} = 0.109$ vastaavat s:n yläraja-arvo $\bar{s}$ ja (mikäli $\bar{s} \geq \hat{s}$) vähimmäispitoaika eräille parametrien i ja j yhdistelmille. Yritys kykenee suojautumaan inflaatiolta pitoaikaa kasvattamalla vain sellaisissa investoinneissa, joista saa tehdä 30 %:n menojäännöspoiston. Investoinnin sisäisen koron ollessa 5 % 10,9 %:n inflaatiolta voidaan suojautua, jos pitoaika on vähintään 24 vuotta. Vastaavat pitoajat ovat 10 %:n sisäisen koron

1 Positiivisen inflaatiosiedon ehtona oli se, että poistosuhde oli vähintään investoinnin <u>reaalisen</u> tuoton suuruinen.

2 vrt. n_0:n määritys kappaleessa 32.

omaavassa investoinnissa 17 vuotta ja 20 %:n tuoton omaavassa investoinnissa 26 vuotta. Käytännössä koneiden ja laitteiden teknis-taloudellinen pitoaika ei juuri yllä mainituille inflaatiosuojan antaville tasoille[1].

<u>Taulukko 3.3</u> Inflaatiosiedon yläraja-arvo $\bar{s}$ ja vähimmäispitoaika $\hat{n}$ valituilla (i,j)-yhdistelmillä

i \ j	0.05	0.06	0.09	0.10	0.30	
0.05	0.001	0.011	0.040	0.050	0.224	$\bar{s}$
	-	-	-	-	24	$\hat{n}$
0.10	- 0.046	- 0.036	- 0.005	0.005	0.186	$\bar{s}$
	-	-	-	-	17	$\hat{n}$
0.20	- 0.141	- 0.129	- 0.096	- 0.085	0.112	$\bar{s}$
	-	-	-	-	26	$\hat{n}$

1 Ks. Yritystutkimusneuvottelukunta (1979), liite 2.

4. TULOSTEN ARVIOINTIA

Tässä tutkimuksessa on tarkasteltu kokonaan omin varoin rahoitetun investoinnin inflaatiosietoa poistojen pääoma-arvojen avulla. Tarkastelun kohteena ollut investointi oli marginaalinen, koska investoinnin sisäinen korko oletettiin laskentakoron suuruiseksi.

Poistojen riittävyyttä käsittelevässä veropoliittisessa keskustelussa on painotettu sitä, että vain kannattavilla yrityksillä on mahdollisuuksia inflaatiolta suojautumiseen[1]. Tässä tutkimuksessa on osoitettu, että positiivisen inflaatiosiedon edellytysten määrittelyssä aivan ratkaisevaa on investoinnin pitoajan ja EVL-poistosuhteen välinen suuruussuhde. Tapauksessa $j \leq 2/(n+1)$ positiivista inflaatiosietoa ei synny millään kannattavuustasolla, kannattavuuden parantuessa inflaatiosiedon negatiivisuus vain kasvaa. Tämä aiheutuu realisointipoiston perusominaisuuksista. Realisointipoisto on kahdenkertaisen diskonttauksen vuoksi varsin herkkä sekä pitoajan että korkokannan muutoksille. Realisointiperiaate on taas yleisesti hyväksytty sekä tuloslaskennan että yritysverotuksen perustaksi. Positiivisen inflaatiosiedon välttämättömäksi mutta ei riittäväksi edellytykseksi saatiin $j > 2/(n+1)$. Tämän ehdon toteutumiseksi yrityksen kannattaa investoida pitkävaikutteisiin kohteisiin EVL-poistojen ollessa kiinnitettyjä edellyttäen, että käytettävä poistosuhde on investoinnin sisäistä korkoa suurempi. Ehdon $j > 2/(n+1)$ toteutuessa positiivinen inflaatiosieto alkaa kohota investoinnin kannattavuuden parantuessa saavuttaen maksimiarvonsa tietyllä sisäisen koron i_m tasolla. Tämän jälkeen kannattavuuden kohoaminen alentaa inflaatiosietoa.

---
1 Esimerkiksi Riistama (1980), s. 9.

Poistojen inflaatiosieto oli sitä suurempi, mitä pitkävaikutteisemmasta investoinnista oli kysymys. Samoin inflaatiosieto muodostui sitä suuremmaksi, mitä suurempi poistosuhde oli.

EVL-poistojen riittävyys analysoitiin maassamme 1970-luvulla vallinneen keskimääräisen (10,9 %) inflaatiokehityksen valossa. Nykyiset EVL-poistot eivät anna mahdollisuuksia 1970-luvulla vallinneelta inflaatiolta suojautumiseksi. Esimerkiksi 10 vuoden pitoajan ja 10 %:n sisäisen koron omaavan investoinnin menojäännöspoisto olisi pitänyt olla 43 % (EVL-poisto 30 %) 10,9 %:n suuruiselta inflaatiolta suojautumiseksi. Myös rakennusten EVL-poistot ovat liian pieniä. Maassamme 1970-luvulla vallinneelta inflaatiolta suojautuminen edellyttäisi vähintään 20 %:n jäännösarvopoistoa, kun EVL-poistot vaihtelevat 5 %:sta 10 %:iin.

Inflaatiosiedon määrittelyssä ei otettu huomioon lainarahoitusmahdollisuutta. Vieraan pääoman käyttö investoinnin rahoituksessa lisää poistojen inflaatiosietoa[1]. Tämän vaikutusvoimakkuuden tutkiminen jää tehtäväksi käynnissä olevassa jatkotutkimuksessa. Inflaatiosietoa tarkasteltiin yksittäisen investoinnin osalta. Koko yrityksen inflaatiosieto muodostuu kaikkien investointien summasta, jolloin yrityksen kasvu tulee koko yrityksen inflaatiosietoon vaikuttavaksi tekijäksi. Myös tämän tutkiminen jää jatkotutkimusten piiriin.

---
1 Riistama (1975), s. 71.

VIITATTU KIRJALLISUUS

Aho, Teemu	The Effect of Inflation on the Minimum Required Return on Investment. Liiketaloudellinen Aikakauskirja 4-1979.
Aho, Teemu - Virtanen Ilkka	Leasingrahoituksen kannattavuus inflaatio-olosuhteissa. Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu. Tuotantotalouden laitos. Report 1/1981. Lappeenranta 1981.
Davidson, L.B.	Investment Evaluation under Conditions of Inflation. Journal of Petroleum Technology. October 1975.
Honko, Jaakko	Investointien suunnittelu ja tarkkailu. Porvoo-Helsinki 1973.
Kettunen, Pertti	Rahoitus. Porvoo-Helsinki 1976.
Poensgen, O. - Straub, H.	Inflation and Investment Decisions. Management International Review 4/1976.
Riistama, Veijo	Inflaation vaikutuksesta käyttökatteeseen ja käyttöomaisuuden poistoihin. Liiketaloudellinen Aikakauskirja 1/1975.
Riistama, Veijo	Inflaatiovaraus. Helsinki 1978.
Riistama, Veijo	Inflaation huomioon ottaminen kirjanpidossa ja tuloslaskennassa. Keskuskauppakamarin ja Helsingin kauppakamarin Inflaatiolaskentaseminaari 16.10.1980.
Saario, Martti	Poistojen pääoma-arvo ja oikea-aikaisuus. Yrityksen tulos, rahoitus ja verotus II. Artikkelikokoelma. Toim. Martti Saario.
Yli-Räisänen, Ilkka	Poistot, inflaatio ja rahoituksen riittävyys. Tutkielmia ja tutkimusraportteja. Osa III. Turun kauppakorkeakoulun julkaisuja A-3:1977. Turku 1977.
Yritystutkimusneuvottelukunta	Inflaation huomioon ottaminen yritystutkimuksessa. Mänttä 1979.
Yritysverotustoimikunta	Yritysverotustoimikunnan mietintö. Komiteanmietintö 1980:42. Helsinki 1980.

Liite Symboliluettelo

Symboli	Merkitys	Yksikkö
$\bar{a}_{\overline{n}\|i}$	jaksollisten jälkikäteisten suoritusten diskonttaus- l. nykyarvotekijä (suoritusjaksoja n, jatkuva laskentakorkokanta i)	-
C	investoinnin hankintameno	mk
$\bar{c}_{\overline{n}\|i}$	annuiteettitekijä (jaksoja n, jatkuva korkokanta i)	-
D_t^{DB}	menojäännöspoisto vuonna t	mk
D_t^R	realisointipoisto vuonna t	mk
i	investoinnin reaalinen sisäinen korko (jatkuva) = laskentakorko	1/v
i_m	maksimi-inflaatiosiedon (kun s = s(i)) tuottava sisäinen korko	1/v
i_0	kriittinen sisäinen korko; $s(i) < 0$, kun $i > i_0$	1/v
j	menojäännöspoiston poistosuhde	-
j_0	kriittinen poistosuhde; $s(j) > 0$, kun $j > j_0$	-
$\hat{j}$	toteutuneen/odotetun inflaation $\hat{s}$ suuruisen inflaatiosiedon takaava (pienin) poistosuhde	-
n	investoinnin pitoaika	v
n_0	kriittinen pitoaika; $s(n) > 0$, kun $n \geq n_0$	v
$\hat{n}$	toteutuneen/odotetun inflaation $\hat{s}$ suuruisen inflaatiosiedon takaava (vähimmäis)pitoaika	v
$NPV(D_t^{DB})$	vuoden t menojäännöspoiston nykyarvo	mk
$NPV(D^{DB})$	menojäännöspoistojen yhteinen nykyarvo	mk
$NPV(D_t^R)$	vuoden t realisointipoiston nykyarvo	mk
$NPV(D^R)$	realisointipoistojen yhteinen nykyarvo	mk
P_t	investoinnin (vakio) tuotto vuonna t	mk
R	korkotekijä (jatkuva korko): $R = e^i$	-
s	inflaatiovauhti, inflaatiosieto	1/v
s_m	inflaatiosiedon (tarkasteltuna funktiona s = s(i)) maksimiarvo	1/v

$\underline{s}$	inflaatiosiedon (tarkasteltuna funktiona $s = s(n)$) alaraja; $\underline{s} = s(1)$	1/v
$\overline{s}$	inflaatiosiedon (tarkasteltuna funktiona $s = s(n)$) yläraja; $\overline{s} = \lim_{n\to\infty} s(n)$	1/v
$\hat{s}$	toteutunut/odotettu inflaatiovauhti	1/v
$\overline{s}_{\overline{n}\rceil i}$	jaksollisten jälkikäteisten suoritusten prolongaatiotekijä (suoritusjaksoja n, jatkuva laskentakorkokanta i)	-
S	inflaatiotekijä: $S = e^s$	-
t	vuoden numero (alaindeksi)	-
t	diskonttausjakson pituus	v