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

LEASINGRAHOITUKSEN KANNATTAVUUS INFLAATIO-OLOSUHTEISSA

Teemu Aho - Ilkka Virtanen

Lappeenranta University of Technology

Report 1/1981

LAPPEENRANTA
FINLAND

LEASINGRAHOITUKSEN KANNATTAVUUS INFLAATIO-OLOSUHTEISSA

Teemu Aho - Ilkka Virtanen

Lappeenranta University of Technology

Report 1/1981

ISBN 951-763-145-6
ISSN 0357-5616

ALKUSANAT

Vuotuinen inflaatio oli maassamme 1970-luvulla tukkuhintaindeksillä mitattuna keskimäärin 11,5 %. Inflaatiovauhti on näin ollut sellaista luokkaa, että inflaation sisällyttäminen yrityksissä tehtäviin suunnittelulaskelmiin on varsin perusteltua. Inflaatiota käsittelevä laskentatoimen tutkimus on toistaiseksi painottunut voittopuolisesti jälkikäteislaskelmiin, mutta mielestämme ex ante -laskelmiin painottuvaa tutkimusta on aiheen merkittävyyden vuoksi syytä lisätä.

Käsillä oleva tutkimusraportti on ensimmäinen tuloste laajemmasta inflaatiota ja investointien suunnittelua käsittelevästä tutkimusprojektista. Käsillä olevassa työssä analysoidaan Suomessa käytössä olevan leasingrahoituksen kannattavuus ottamalla huomioon rahan yleisen ostovoiman heikkenemismahdollisuus eli inflaatio.

Käsillä oleva tutkimusraportti on tulos kirjoittajien välisestä poikkitieteellisestä yhteistyöstä. Raportti on myös yksi osoitus kahden Lappeenrannan teknillisen korkeakoulun laitoksen (Tuotantotalouden ja Yleisten tieteiden) välisestä yhteistyöstä.

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

Lappeenrannassa huhtikuussa 1981

Teemu Aho   Ilkka Virtanen

S I S Ä L L Y S L U E T T E L O   Sivu

1. JOHDANTO

11. Leasingrahoituksen periaatteet

Leasingin käyttö nimenomaan koneinvestointien rahoituksessa on lisääntynyt viime aikoina voimakkaasti. Maassamme leasingrahoitusta käytettäessä yritys vuokraa hankittavan käyttöomaisuuden leasingrahoitusyhtiöltä, joka perii käyttöomaisuudesta kuukausittain tasasuurta leasingvuokraa. Leasingmaksujen yhteismäärä sisältää käyttöomaisuuden hankintahinnan ja leasingrahoitusyhtiön rahoituskulut. Leasingrahoitusyhtiö on koko leasingkauden kyseisen käyttöomaisuuden omistaja ja käyttöomaisuuden myyjällä on käyttöomaisuuden takaisinlunastusvelvoite leasingkauden päätyttyä.

Leasingin käytöllä yritys saavuttaa monia etuja. Yritys ei joudu sitomaan pääomia leasattavaan koneeseen. Leasingmaksut ovat kiinteitä, joten ne ovat inflaatiosuojattuja. Inflaation vallitessa leasingmaksuja voidaan maksaa jatkuvasti heikkenevässä rahassa. Leasingmaksujen tarkistukset ovat mahdollisia ainoastaan yleisen korkotason muuttuessa. Leasingmaksut ovat verotuksessa täysimääräisesti vähennyskelpoisia, joten ainakin kriittisissä tilinpäätöksissä verottaja maksaa leasingmaksuista kuluosuutensa verokannan suuruisena. Leasingkauden päättyessä, joka on normaalisti 3 - 6 vuotta, leasingsopimusta voidaan jatkaa varsin edullisin ehdoin. Tällöin vuosittainen leasingmaksu on vain 1/12 aikaisemmasta maksusta. Nykyisin (maaliskuu 1981) käytössä olevat leasingmaksukertoimet on esitetty liitteessä 1 (taulukko 1).

12. Leasingrahoituksen laskentatilanne ja kirjallisuudessa esitetyt vertailumenetelmät

Leasing on nähtävä nimenomaan rahoituskysymyksenä. Siten tämäntyyppinen investointipäätös on kaksivaiheinen[1]

1 Näin myös Bierman - Smidt (1975), s. 269 ja Roenfeldt - Osteryoung (1973), s. 78.

1. Kannattaako kyseinen investointi ? Tämä selvitetään tavanomaisilla investointilaskelmilla. Kysymys on investointipäätöksestä.

2. Kannattaako investointi rahoittaa leasingillä ? Vaihtoehtoisina rahoituslähteinä voidaan normaalisti käyttää tulorahoitusta, vierasta pääomaa ja/tai omaa pääomaa. Tällöin kone ostetaan.

Investoinnin rahoitusvaihtoehtoja analysoitaessa on perusteltua olettaa, että investoinnilla aikaansaatavat tulovirrat ovat kaikissa vaihtoehdoissa samat. Myöskään juoksevissa kustannuksissa ei synny rahoituspäätöksestä aiheutuvia eroja. Siten varsinainen investointipäätös pysyy erillään investoinnin rahoituspäätöksestä. Nämä on usein sekoitettu toisiinsa, jolloin leasingrahoituksen edullisuutta ei kyetä määrittelemään yhdistämättä sitä investoinnin kokonaiskannattavuuteen[1]. Leasingrahoituksen ja muiden rahoitusmuotojen keskinäinen edullisuusvertailu perustuu eri rahoitusmuotojen aiheuttamiin rahoituskustannuksiin. Valintakriteerinä käytetään rahoituskustannusten minimointia, jossa otetaan luonnollisesti huomioon rahan aika-arvo.

Yleisin kirjallisuudessa esitetty menetelmä vaihtoehtojen vertailemiseksi perustuu rahoitusmaksujen nykyarvoon[2]. Periaatteena on verrata leasingvaihtoehdon ja ostovaihtoehdon nykyarvoja, joista valitaan pienimmän nykyarvon omaava rahoitusvaihtoehto. Leasingmaksujen nykyarvoa laskettaessa otetaan vähentävänä tekijänä huomioon verottajan kuluosuus leasingmaksuista. Ostovaihtoehdon nykyarvoa laskettaessa lähtökohdaksi otetaan vieraan pääoman hoitomaksujen, so. korkojen ja kuoletusten nykyarvo, jonka laskennassa otetaan vähentävänä tekijänä huomioon verottajan kuluosuus vieraan pääoman koroista sekä poistoista. Sen lisäksi nykyarvoon sisällytetään se osa koneen hankintahinnasta, joka rahoitetaan

---

1 Näin esim. Harwood - Hermanson (1976), s. 83-87, Johnson - Lewellen (1972), s. 819-822, Levy - Sarnat (1979), s. 48-53 ja Lewellen - Long - McConnell (1976), s. 787-798.

2 Esimerkiksi Mao (1969), s. 323-325 ja Bower (1976), s. 265-273.

tuloilla ja/tai omalla pääomalla[1]. Tätä vastaavien rahoitusmaksujen nykyarvo muodostuu vastaavan hankintamenon osan suuruiseksi edellyttäen, että nykyarvon laskennassa käytetään diskonttaustekijänä oman pääoman/tulorahoituksen kustannuksiin yhtyvää laskentakorkoa. Laskentakoron määrittelytavoissa ja käytössä esiintyvät erot ovat ehkä tärkein syy siihen, että eri nykyarvomenetelmävarianteilla päädytään oston ja leasingin vertailussa erilaiseen edullisuusjärjestykseen[2].

Beechyn esittämä leasingrahoituksen kustannusten määrittämistapa perustuu leasingrahoituksen sisäiseen korkoon[3]. Menetelmässä etsitään korkokanta, jolla leasingin aiheuttamien nettokassavirtojen nykyarvo tulee leasattavan koneen hakintamenon suuruiseksi. Rationaalinen edellytys leasingrahoituksen käytölle on, että mainittu sisäinen korko on vieraan pääoman korkoa alhaisempi. Ostovaihtoehto oletetaan rahoitetuksi kokonaan vieraalla pääomalla, mikä käytännössä on vain harvoin mahdollista. Beechyn leasinganalyysi perustuu ennen veroja tapahtuvaan tarkasteluun, kun taas esimerkiksi Reillyn esittämässä sisäisen koron laskennassa otetaan huomioon verottajan kuluosuudet[4], jolloin vertailukriteerinäkin käytetään verojen jälkeistä vieraan pääoman korkoa.

Leasingrahoituksen edullisuuden analysoinnissa verottajan kuluosuus on perinteisesti otettu täysimääräisenä huomioon silloin, kun tarkastellaan verojen jälkeisiä kustannuksia. Verottajan kuluosuuden täysimääräinen huomioon ottaminen edellyttää kriittistä tilinpäätöstilannetta jokaisena suunnitteluhorisontin osaperiodina, joten ainakin maassamme[5] kriittinen tilinpäätöstilanne edustaa pikemminkin verottajan kuluosuuden ylärajaa kuin yleisesti vallitsevaa tilannetta[6]. Tällöin olisi analyysin luotettavuuden kannalta välttämätöntä haarukoida verojen merkitys ja vaihtelualue edullisuusjärjestyksen valossa.

---

1 Ks. Merret - Sykes (1974), s. 260-263.

2 Hyvän yhteenvedon näistä tarjoaa Bower (1976), s. 265-269.

3 Beechy (1969), s. 375-381. Menetelmään kohdistetusta kritiikistä ks. Mitchell (1970), s. 308-309.

4 Reilly (1980), s. 15.

5 Nykyiselle yritysverotusjärjestelmälle on luonteenomaista suhteellisen korkea tuloverokanta ja laaja varaustentekomahdollisuus

6 Ks. myös Honko (1973), s. 162-163.

Toinen keskeinen puute kirjallisuudessa esitetyissä leasingrahoituksen kannattavuusmalleissa on se, ettei niissä ole otettu huomioon inflaation mahdollisuutta[1]. Kuten jo leasingrahoitusperiaatteiden esittelyn yhteydessä todettiin, leasingvuokrat ovat inflaatiosuojattuja. Kun myös toisessa vaihtoehdossa, kokonaan tai osittain lainoilla rahoitetussa ostovaihtoehdossa, on eriasteisen inflaatiosuojan omaavia kassavirtakomponentteja, muodostaa inflaation vaikutusten analyyttinen tutkiminen tässä yhteydessä tärkeän ja mielenkiintoisen ongelmakentän.

13. Kysymyksenasettelu ja tutkimuksen rakenne

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on analysoida leasing- vs. ostopäätöksen taloudellisia vaikutuksia ja vaihtoehtojen keskinäistä edullisuutta inflaatio-olosuhteissa. Ostovaihtoehto oletetaan rahoitettavan joko kokonaan tai osittain lainoilla, jolloin oston rahoitusrakenteen vaikutus vaihtoehtojen keskinäiseen edullisuuteen tulee yhdeksi keskeiseksi kysymykseksi. Vaihtoehtojen edullisuusvertailu perustuu kummankin vaihtoehdon synnyttämien rahoitusmaksujen verojen jälkeiseen nykyarvoon.

Määriteltävät leasing- ja ostovaihtoehtojen nykyarvolausekkeet perustuvat diskreetteihin virtoihin ja jatkuviin diskonttauksiin. Tämä on yksi mahdollinen investoinnin taloudellisten vaikutusten kuvaustapa. Ehkä yleisimmin käytetty kuvaus perustuu diskreetteihin virtoihin ja diskreettiin diskonttaukseen. Kolmas mahdollisuus olisi käyttää jatkuvia virtoja ja jatkuvaa diskonttausta[2]. On syytä korostaa, että kaikki kuvaustavat johtavat tarvittavien laskentakorkomuunnosten jälkeen täsmälleen samaan nykyarvoon. Tämä on osoitettu liitteessä 2. Diskreetin virtakuvauksen valintaa voidaan perustella sen yleisyyden lisäksi myös sillä, että seuraavan luvun mallin komponenteista useimmat ovat tosiasialliselta luonteeltaan diskreettejä. Jatkuvan diskonttauksen käyttöä voidaan perustella sillä, että nykyarvolausekkeiden matemaattinen manipulointi on paljon helpompaa kuin diskreetissä diskonttauksessa. Esimerkiksi diskonttaustekijästä jää inflaation

1 Poikkeuksena kuitenkin esim. Merrett - Sykes (1974), s. 260-263.

2 Tätä on tarkasteltu yleisesti esimerkiksi teoksessa Beenhakker (1976), s. 25-26.

ja korkotekijän tulokomponentti pois, jolloin inflaation huomioon ottava diskonttaustekijä jää summamuotoon[1].

Luvussa 2 muodostetaan leasing- ja ostovaihtoehdon rahoitusmaksujen inflaatio-olosuhteisiin soveltuvat nykyarvolausekkeet. Ostovaihtoehdon nykyarvolle muodostetaan ensin peruslauseke, jota täsmennetään erilaisilla poistomenetelmään ja lainamuotoon liittyvillä olettamuksilla. Poistomenetelminä käytetään menojäännöspoistoa, tasapoistoa ja realisointipoistoa. Lainamuotoina käytetään sarjalainaa ja annuiteettilainaa. Inflaatio otetaan huomioon siten, että mallin virtoja käsitellään nimellishintaisina, jolloin laskentakorkokin määritellään vastaavalla perusteella[2]. Vaihtoehtojen nykyarvot ilmaistaan päätöksentekohetken rahassa, jonka oletetaan ajallisesti sijoittuvan ensimmäisen vuoden alkuun.

Luvussa 3 suoritetaan mallin partiaalianalyysi. Keskeisenä analysointikohteena ovat verokannan ja ostossa käytettävän rahoitusrakenteen vaikutukset vaihtoehtojen (leasing-osto) edullisuusjärjestykseen inflaation muuttuessa. Tavoitteena on saada analyyttisesti määritettyä ne ehdot, joilla vaihtoehtojen edullisuusjärjestys muuttuu (analysoitavien parametrien kriittiset arvot). Koska muodostettavaan malliin sisältyy lähes kymmenen erilaista parametria, joudutaan vaikutuksia lähemmin analysoitaessa vakioimaan useimmat tekijät. Tästä ei kuitenkaan ole sanottavaa haittaa tulosten käyttökelpoisuutta ajatellen kunhan kiinnitettäville parametreille annetaan mahdollisimman hyvin tosimaailman tilannetta vastaavat arvot. Luvussa 4 esitetään kokoava yhteenveto tutkimuksen keskeisistä tuloksista.

1 Diskreetin diskonttauksen osalta ks. Aho (1979), s. 301.

2 Toinen vaihtoehto inflaation huomioon ottamiseksi on laatia laskelmat kiintein hinnoin. Kuitenkin esimerkiksi verotus perustuu nimellisiin hintoihin, joten tässä on perustellumpaa käyttää nimellisiä virtoja.

2. MALLIN MUODOSTAMINEN

21. Leasingmaksujen nykyarvo

Nykyisessä leasingrahoituskäytännössä kuukausittaiset leasingmaksut ilmaistaan prosentteina hankintahinnasta. Leasingmaksut erääntyvät maksettaviksi kuukausittain etukäteen. Merkitään C = koneen hankintahinta ja k' = yksittäisen leasingmaksun osuus koko hankintahinnasta. Leasingvuokrakertoimien suuruus riippuu sekä koneen hankintahinnasta C että vuosina ilmaistusta leasingkauden pituudesta n. Nämä leasingvuokrakertoimet $k' = k'(C,n)$ on taulukoitu liitteeseen 1 (taulukko 1). Yksittäinen kunkin kuukauden alussa suoritettava leasingmaksu saadaan tulona $k' \cdot C$.

Leasing- ja ostovaihtoehtojen kaikki virrat ilmaistaan diskreetteinä, jolloin tapahtumahetkeksi oletetaan normaaliin tapaan vuoden t ($t = 1, 2, \ldots, n$) loppu. Tämän vuoksi kuukausittaiset leasingmaksut muunnetaan ekvivalentiksi vuotuismaksuksi $L_t = k \cdot C$. Tällöin $k = k(C,n,i)$, missä i = laskentakorko. Muunnos tapahtuu siten, että yhden vuoden kuukausittaiset leasingmaksut prolongoidaan vuoden loppuun laskentakorolla i

$$(2.1) \qquad k = (12 + \frac{13}{2} \cdot i)k'.$$

Lausekkeen (2.1) mukainen k ilmaisee nyt todella suoritettavien kuukausimaksujen kanssa ekvivalenttia vuosittaista leasingmaksua koskevan kertoimen. Nämä kertoimet on laskettu lausekkeen (2.1) avulla ja taulukoitu liitteeseen 1 (taulukko 2).

Tarkastellaan ensin leasingmaksujen nykyarvon NPV(L) määrittelyä vakaan rahanarvon tilanteessa. Koska leasingmaksut ovat verotuksessa kokonaan vähennyskelpoisia, pienenee vuoden t leasingmaksu L_t kriittisessä tilinpäätöstilanteessa verottajan kuluosuudella $f \cdot L_t$[1]. Tällöin verottajan kuluosuudella vähennetyksi leasingmaksuksi vuonna t jää $(1 - f)L_t$. Näiden leasingmaksujen nykyarvoksi tulee siten

1 Kaikissa kirjallisuudessa esitetyissä malleissa, joissa analysoidaan verojen jälkeisiä virtoja, verojen huomioon ottaminen on tapahtunut kaavamaisesti esitetyllä tavalla. Ks. esimerkiksi Johnson - Lewellen (1972), s. 820.

$$(2.2) \qquad NPV(L) = \sum_{t=1}^{n} (1 - f)L_t e^{-it}$$

$$= (1 - f) \cdot k \cdot C \sum_{t=1}^{n} e^{-it} .$$

Summalausekkeen muodostaessa geometrisen sarjan saadaan vastaavan sarjan summalausekkeen pohjalta

$$(2.3) \qquad NPV(L) = (1 - f) \cdot k \cdot C \, \frac{1 - e^{-ni}}{e^{i} - 1} .$$

Termi $(1 - e^{-ni})/(e^{i} - 1)$ on jatkuvaan korkoon ja diskreettiin virtaan perustuva jälkikäteen suoritettujen jaksollisten maksujen diskonttaus- eli nykyarvotekijä[1], josta käytetään diskreetin koron tapauksessa yleisesti lyhennettä $a_{n\rceil i}$. Käytetään seuraavassa jatkuvaan korkoon perustuvasta diskonttaustekijästä lyhennettä $\bar{a}_{n\rceil i}$, jolloin leasingmaksujen nykyarvo voidaan kirjoittaa muotoon

$$(2.4) \qquad NPV(L) = (1 - f) \cdot k \cdot C\bar{a}_{n\rceil i} .$$

Leasingmaksujen nykyarvolauseke perustuu olettamukseen kriittisestä tilinpäätöstilanteesta. Mallia muodostettaessa myös jatkossa käytetään samaa olettamusta, jonka vaikutusta leasing- vs. ostopäätökseen analysoidaan kuitenkin tarkemmin luvussa 3.

Tarkastellaan seuraavaksi inflaation vaikutusta leasingmaksujen nykyarvoon. Leasingmaksukertoimien ollessa kiinteitä leasingmaksuja voidaan maksaa jatkuvasti heikkenevällä rahalla, jolloin leasingmaksujen reaaliarvo[2] heikkenee inflaation johdosta. Inflaatiovauhdin ollessa s muodostuu vuoden t leasingmaksun L_t arvoksi päätöksentekohetken rahassa $L_t e^{-st}$. Mitä suuremmista inflaatio-odotuksista on kysymys, sitä pienemmäksi muodostuu leasingmaksun reaalinen arvo $L_t e^{-st}$. Leasingmaksujen yhteenlasketuksi

1 Jatkuvaan korkoon ja diskreettiin virtaan perustuvasta nykyarvon laskennasta ks. lähemmin Beenhakker (1976), s. 23-26.

2 Päätöksentekohetken rahassa ilmaistu arvo.

nykyarvoksi tulee siten

$$(2.5) \qquad NPV(L) = \sum_{t=1}^{n} (1 - f)L_t e^{-it} e^{-st}$$

$$= (1 - f)k \cdot C \sum_{t=1}^{n} e^{-(i+s)t} .$$

Summalauseke muodostaa jälleen geometrisen sarjan ja sen pohjalta saadaan leasingmaksujen nykyarvoksi

$$(2.6) \qquad NPV(L) = (1 - f)kC \frac{1 - e^{-n(i+s)}}{e^{i+s} - 1} = (1 - f)kC\bar{a}_{\overline{n}|i+s} ,$$

missä i+s = inflaatiokorjattu laskentakorkokanta.

Inflaation huomioon ottaminen leasingmaksujen nykyarvoa laskettaessa tapahtuu lausekkeen (2.6) mukaisesti korottamalla verojen jälkeistä laskentakorkoa (i) inflaatiovauhdilla (s) määritettäessä jaksollisten maksujen diskonttaustekijää[1]. Diskonttaustekijä on luonnollisesti sitä pienempi, mitä korkeampaa inflaatiokorjattua laskentakorkoa käytetään.

Kun inflaatiokorjattua laskentakorkoa merkitään i_s:llä päästään leasingmaksujen nykyarvolausekkeen jatkossa käytettävään muotoon

$$(2.7) \qquad NPV(L) = (1 - f)kC \frac{1 - e^{-ni_s}}{e^{i_s} - 1} = (1 - f)kC\bar{a}_{\overline{n}|i_s} .$$

22. Ostovaihtoehdon nykyarvo

221. Peruslauseke ja sen komponentit

Tarkastellaan ensin oston nykyarvoa vakaan rahanarvon vallitessa. Nykyarvo määritellään jälleen verottajan kuluosuudella vähennettynä. Käyttöomaisuuden poistot (D_t) ja lainojen korot (I_t) ovat

---

1 Vrt. Poensgen - Straub (1976), s. 14.

verotuksessa pääsääntöisesti kokonaan vähennyskelpoisia, joten verottaja maksaa näistä kriittisessä tilinpäätöksessä verokannan mukaisen kuluosuutensa[1]. Mitä aikaisemmin poistot saadaan vähennettyä verotuksessa, sitä suuremmaksi muodostuu verottajan kuluosuuden arvo poistoista. Siten poistojen kiihdyttäminen pienentää ostovaihtoehdon nettomääräisiä kustannuksia. Ostovaihtoehdon maksujen varsinaisen perustan muodostavat lainan hoitomaksut ja oston tulo-/omarahoitusosa. Lainan hoitomaksut verottajan kuluosuudella vähennettynä ovat vuonna t $I_t + K_t - f(D_t + I_t)$, missä I_t = lainan korot ja K_t = lainan kuoletukset. Kun ostosta rahoitetaan omilla varoilla osuus d, saadaan ostovaihtoehdon nykyarvoksi[2]

$$(2.8) \qquad NPV(B) = dC + \sum_{t=1}^{n} [I_t + K_t - f(D_t + I_t)] e^{-it}$$

$$= dC + \sum_{t=1}^{n} [K_t + (1 - f)I_t - fD_t] e^{-it} .$$

Lauseke dC, $0 \leq d \leq 1$, ilmaisee oston absoluuttisen omarahoitusosuuden. Sitä ei jaeta pitoaikaa vastaaville vuosille osingoksi ja pääoman palautuksiksi, koska viimeksi mainittujen nykyarvo olisi i:tä laskentakorkona käyttäen juuri dC:n suuruinen. Tällöin i on tulkittava omistajien verojen jälkeiseksi tuottovaatimukseksi[3].

Lausekkeeseen (2.8) ei ole otettu mukaan koneesta pitoajan lopussa saatavaa jäännösarvoa[4]. Tämä johtuu ensinnäkin siitä, että yleensä jäännösarvon merkitys on investointilaskelmissa vähäinen. Toisaalta malliin tulee jo nyt lähes kymmenen eri tekijää, jolloin jäännösarvon mukaan ottaminen olisi hankaloittanut mallin analysointia. Jäännösarvon vaikutussuunnasta voidaan kuitenkin tehdä

---

1 Saario on tarkastellut verottajan kuluosuutta ja siihen liittyviä olettamuksia artikkelissa (II, 1969), s. 183-194.

2 Maolla nykyarvolauseke on sama, tosin diskreettiin diskonttaukseen perustuva. Mao (1969), s. 324.

3 Muista laskentakoron määrittelytavoista ks. Honko - Virtanen (1975), s. 45.

4 Vrt. esimerkiksi Johnson - Lewellen (1972), s. 819-820 ja Bower (1976), s. 264-267.

jäljempänä johtopäätöksiä, vaikka se ei olekaan itse mallissa mukana.

Siirrytään seuraavaksi tarkastelemaan ostovaihtoehdon nykyarvoa inflaatio-olosuhteissa. Lainan korko lasketaan nimellispääomalle. Laina voidaan maksaa takaisin alkuperäisessä nimellisarvossaan, joten lainan hoitomaksut eivät muutu siirryttäessä vakaan rahanarvon tilanteesta inflaatio-olosuhteisiin. Tällöin lainan hoitomaksujen reaalinen arvo alenee inflaation johdosta, joten tältä osin inflaatio parantaa ostovaihtoehdon nykyarvoa (pienenee). Vuoden t lainan hoitomaksut (ilman verottajan kuluosuutta) päätöksentekohetken rahassa ilmaistuina ovat $(I_t + K_t)e^{-st}$. Inflaation johdosta verottajan kuluosuus poistoista ja koroista heikkenee vakaan rahanarvon tilanteeseen verrattuna. Poistot lasketaan alkuperäisen hankintamenon perusteella, jolloin vuoden t nimellispoisto D_t pysyy samana kuin vakaan rahanarvon tilanteessa. Sen reaalinen arvo luonnollisesti heikkenee ja sitä kautta verottajan kuluosuus poistoista. Mitä aikaisemmin poistot saadaan vähennettyä verotuksessa, sitä pienemmäksi muodostuu inflaation verottajan kuluosuutta heikentävä vaikutus. Sama koskee verottajan kuluosuutta koroista. Myöskään korkojen nimellismäärä ei muutu inflaation johdosta.

Ostovaihtoehdon omarahoitusosuuden arvo säilyy samana kuin vakaan rahanarvon tilanteessa, koska näitä vastaavien hoitomaksujen reaalinen nykyarvo halutaan säilyttää vakaata rahanarvon tilannetta vastaavana.

Ostovaihtoehdon nykyarvoksi muodostuu esitettyjen periaatteiden pohjalta

$$(2.9) \qquad NPV(B) = dC + \sum_{t=1}^{n} [K_t + (1 - f)I_t - fD_t]e^{-it}e^{-st}$$

$$= dC + \sum_{t=1}^{n} [K_t + (1 - f)I_t - fD_t]e^{-(i+s)t}$$

eli inflaatiokorjattua laskentakorkoa i_s käyttäen

$$(2.10) \qquad NPV(B) = dC + \sum_{t=1}^{n} [K_t + (1 - f)I_t - fD_t]e^{-i_s t}.$$

Siten inflaatio otetaan ostovaihtoehdon nykyarvoa laskettaessa huomioon laskentakorossa korottaen sitä inflaation s verran. Jaetaan seuraavaksi lausekkeen (2.10) mukainen nykyarvo kolmeen komponenttiin:

$$(2.11) \qquad NPV(K) = dC + \sum_{t=1}^{n} K_t e^{-i_s t},$$

$$(2.12) \qquad NPV(I) = (1 - f)\sum_{t=1}^{n} I_t e^{-i_s t},$$

$$(2.13) \qquad NPV(D) = f \sum_{t=1}^{n} D_t e^{-i_s t}.$$

Ensimmäinen komponentti NPV(K) määrittelee omarahoitusosan ja lainan lyhennysten yhteenlasketun nykyarvon. NPV(I) määrittelee lainan korkojen verottajan kuluosuudella vähennetyn nykyarvon ja NPV(D) verottajan poistoja koskevien kuluosuuksien nykyarvon. Tällöin

$$(2.14) \qquad NPV(B) = NPV(K) + NPV(I) - NPV(D).$$

Seuraavassa määritetään lähemmin lausekkeen (2.14) mukaiset nykyarvokomponentit.

222. Lainan kuoletukset

2221. Sarjalaina

Malliin mukaan otettavat lainamuodot ovat sarjalaina ja annuiteettilaina. Sarjalainassa vuotuisen kuoletuksen määrä on vakio, eli vuoden t kuoletus on

$$(2.15) \qquad K_t = \frac{(1 - d)C}{n}.$$

Tällöin nykyarvo NPV(K) saadaan seuraavasta lausekkeesta

$$(2.16)\quad NPV(K) = dC + \sum_{t=1}^{n} \frac{(1-d)C}{n} e^{-i_s t}$$

$$= dC + \frac{(1-d)C}{n} \frac{1-e^{-ni_s}}{e^{i_s}-1}$$

tai nykyarvotekijän avulla lausuttuna lausekkeesta

$$(2.17)\quad NPV(K) = dC + \frac{(1-d)C}{n} \bar{a}_{\overline{n}|i_s} .$$

Luvussa 3 suoritettavaa rahoitusrakenteen partiaalianalyysia varten lauseke (2.17) saadaan muokattua seuraavaksi

$$(2.18)\quad NPV(K) = C \frac{\bar{a}_{\overline{n}|i_s}}{n} + dC[1 - \frac{\bar{a}_{\overline{n}|i_s}}{n}] .$$

Lausekkeen (2.18) oikealla puolella oleva ensimmäinen termi ilmaisee C:n suuruisen sarjalainan kuoletusten reaalisen nykyarvon (merk. K*), samoin toisesta termistä osa $C\bar{a}_{\overline{n}|i_s}/n$. Tällöin NPV(K) voidaan merkitä myös muotoon

$$(2.19)\quad NPV(K) = K^* + d(C - K^*) ,$$

missä K^* = kuoletusten reaalinen nykyarvo C:n suuruiselle lainasummalle.

2222. Annuiteettilaina

Annuiteettilainassa vuotuisten lainan hoitomaksujen määrä $\bar{A}$ pysyy vakiona. Määritetään aluksi vuosiannuiteetti C:n suuruiselle annuiteettilainalle. Saadaan

$$(2.20)\quad C = \sum_{t=1}^{n} \bar{A}e^{-tr} = \bar{A} \sum_{t=1}^{n} e^{-tr} = \bar{A}\bar{a}_{\overline{n}|r} ,$$

missä r = lainan nimelliskorko. Tällöin

$$(2.21)\quad \bar{A} = \frac{1}{\bar{a}_{\overline{n}|r}} C = \frac{e^r - 1}{1 - e^{-nr}} C = \bar{c}_{\overline{n}|r} C ,$$

missä $\bar{c}_{\overline{n}|r}$ = jatkuvaan korkoon perustuva kuoletus- eli annuiteettitekijä.

Annuiteettilainan kuoletusten nykyarvon määrittämiseksi johdetaan ensin annuiteettilainan korkojen ja kuoletusten määrät vuodelle t. Ensimmäisen vuoden korot ovat

$$(2.22)\quad I_1 = Ce^r - C = (e^r - 1)C .$$

Kun lausekkeen (2.22) oikea puoli kerrotaan ja jaetaan $(1 - e^{-nr})$:llä, saadaan[1]

$$(2.23)\quad I_1 = \frac{e^r - 1}{1 - e^{-nr}}(1 - e^{-nr})C = \bar{c}_{\overline{n}|r}C(1 - e^{-nr}) .$$

Vastaavasti 1. vuoden kuoletukseksi saadaan vuosiannuiteetin ja ensimmäisen vuoden korkojen erotuksena

$$(2.24)\quad K_1 = \bar{A} - I_1 = \bar{c}_{\overline{n}|r}C - \bar{c}_{\overline{n}|r}C(1 - e^{-nr})$$

eli sievennettynä

$$(2.25)\quad K_1 = \bar{c}_{\overline{n}|r}Ce^{-nr}.$$

Toisen vuoden korot ovat

$$(2.26)\quad I_2 = (e^r - 1)(C - K_1).$$

Kun lausekkeen (2.25) mukainen K_1 sijoitetaan lausekkeeseen (2.26) saadaan

---

1 $\frac{e^r - 1}{1 - e^{-nr}} = \bar{c}_{\overline{n}|r}$

$$(2.27)\quad I_2 = (e^r - 1)(1 - \bar{c}_{\overline{n})r} e^{-nr})C = \bar{c}_{\overline{n})r} C(1 - e^{-(n-1)r}),$$

ja toisen vuoden kuoletukseksi K_2 vastaavasti

$$(2.28)\quad K_2 = \bar{A} - I_2 = \bar{c}_{\overline{n})r} C e^{-(n-1)r}.$$

Lausekkeiden (2.23) ja (2.27) tapaan saadaan yleisesti vuoden t korkojen määräksi

$$(2.29)\quad I_t = \bar{c}_{\overline{n})r} C(1 - e^{-(n+1-t)r}),$$

ja kuoletukseksi

$$(2.30)\quad K_t = \bar{c}_{\overline{n})r} C e^{-(n+1-t)r}.$$

Lauseketta (2.30) käyttäen ja ottaen huomioon lainamäärä $(1 - d)C$, $0 \leq d \leq 1$, saadaan annuiteettilainaan liittyvä NPV(K)

$$(2.31)\quad NPV(K) = dC + \sum_{t=1}^{n} (1 - d)\bar{c}_{\overline{n})r} C e^{-(n+1-t)r} e^{-ti_s}$$

eli sievennettynä

$$(2.32)\quad NPV(K) = dC + (1 - d)\bar{c}_{\overline{n})r} C e^{-(n+1)r} \sum_{t=1}^{n} e^{-t(i_s-r)}.$$

Summalauseke $\sum_{t=1}^{n} e^{-t(i_s-r)}$ muodostaa jälleen geometrisen sarjan, jonka summan perusteella saadaan

$$(2.33)\quad NPV(K) = dC + (1 - d)\bar{c}_{\overline{n})r} C e^{-(n+1)r} \bar{a}_{\overline{n})i_s-r},$$

mikä voidaan vielä kirjoittaa muotoon[1]

$$(2.34)\quad NPV(K) = dC + (1 - d)Ce^{-(n+1)r} \frac{\bar{a}_{\overline{n})i_s-r}}{\bar{a}_{\overline{n})r}}.$$

---

1 $\bar{c}_{\overline{n})r} = 1/\bar{a}_{\overline{n})r}$

Luvussa 3 suoritettavaa rahoitusrakenteen partiaalianalyysia varten lauseke (2.34) saadaan muokattua muotoon

$$(2.35)\quad NPV(K) = Ce^{-(n+1)r} \frac{\bar{a}_{\overline{n})i_s-r}}{\bar{a}_{\overline{n})r}} + dC[1 - e^{-(n+1)r} \frac{\bar{a}_{\overline{n})i_s-r}}{\bar{a}_{\overline{n})r}}].$$

Tästä saadaan edelleen analogisesti (2.19):n kanssa

$$(2.36)\quad NPV(K) = K^* + d(C - K^*),$$

missä on merkitty $K^* = Ce^{-(n+1)r}\bar{a}_{\overline{n})i_s-r}/\bar{a}_{\overline{n})r}$. K^* ilmoittaa jälleen kuoletusten reaalisen nykyarvon C:n suuruiselle lainasummalle, nyt annuiteettimuotoiselle lainalle.

223. Lainan korkomaksut

2231. Sarjalaina

Johdetaan ensin vuoden t sarjalainan koroille lauseke, missä lähdetään liikkeelle ensimmäisen vuoden koroista

$$(2.37)\quad I_1 = (e^r - 1)(1 - d)C.$$

Toisen vuoden alussa on $(1 - d)C$:n suuruisesta sarjalainasta jäljellä $(1 - d)[C - \frac{C}{n}]$, jolle syntyvä korko on

$$(2.38)\quad I_2 = (e^r - 1)(1 - d)(C - \frac{C}{n}) = (e^r - 1)(1 - d)C(1 - \frac{1}{n}).$$

Samalla periaatteella saadaan kolmannen vuoden koroiksi

$$(2.39)\quad I_3 = (e^r - 1)(1 - d)[C - 2\frac{C}{n}] = (e^r - 1)(1 - d)C(1 - \frac{2}{n}),$$

ja yleisesti sarjalainan vuoden t koroiksi

$$(2.40)\quad I_t = (e^r - 1)(1 - d)C(1 - \frac{t - 1}{n}).$$

Sarjalainan korkojen reaaliseksi nykyarvoksi, verottajan kuluosuudella vähennettynä, saadaan lausekkeita (2.12) ja (2.40) käyttäen

(2.41) $$NPV(I) = \sum_{t=1}^{n} (1 - f)(e^{r} - 1)(1 - d)C(1 - \frac{t - 1}{n})e^{-ti_s} .$$

Summalausekkeen sisällä $(1 - \frac{t - 1}{n})e^{-ti_s}$ voidaan hajottaa n:ään geometriseen sarjaan, joiden summat puolestaan muodostavat geometrisen sarjan. Summakaavan pohjalta (2.41) saadaan muotoon

(2.42) $$NPV(I) = (1 - f)(e^{r} - 1)(1 - d)C \frac{n - \overline{a}_{n\rceil i_s}}{n(e^{i_s} - 1)}$$

ja edelleen

(2.43) $$NPV(I) = (1 - f)(1 - d)C \frac{e^{r} - 1}{e^{i_s} - 1}(1 - \frac{\overline{a}_{n\rceil i_s}}{n}) .$$

Myöhemmin suoritettavaa rahoitusrakenteen partiaalianalyysia varten voidaan vielä lausekkeesta (2.43) todeta sarjalainan korkojen reaalisen nykyarvon riippuvuus oston omarahoitusosuudesta

(2.44) $$NPV(I) = (1 - d)I^*,$$

missä I^* = verottajan kuluosuudella vähennetty C:n suuruisen sarjalainan korkojen reaalinen nykyarvo.

2232. Annuiteettilaina

Lausekkeessa (2.29) määritettiin jo annuiteettilainan korot vuodelle t. Kun tämä sijoitetaan (2.12):n mukaiseen korkojen reaalisen nykyarvon lausekkeeseen, saadaan

(2.45) $$NPV(I) = \sum_{t=1}^{n} (1 - f)(1 - d)\overline{c}_{n\rceil r}C(1 - e^{-(n+1-t)r})e^{-ti_s}$$

ja sievennettynä

(2.46) $$NPV(I) = (1 - f)(1 - d)\overline{c}_{n\rceil r}C \sum_{t=1}^{n} [e^{-ti_s} - e^{-(n+1)r}e^{-t(i_s-r)}] .$$

Nykyarvotekijää $\sum_{t=1}^{n} e^{-ti_s} = \overline{a}_{n\rceil i_s}$ käyttäen saadaan lausekkeesta (2.46) NPV(I):lle vielä esitysmuodot

(2.47) $$NPV(I) = (1 - f)(1 - d)\overline{c}_{n\rceil r}C(\overline{a}_{n\rceil i_s} - e^{-(n+1)r}\overline{a}_{n\rceil i_s-r})$$

(2.48) $$NPV(I) = (1 - f)(1 - d)C(\frac{\overline{a}_{n\rceil i_s}}{\overline{a}_{n\rceil r}} - e^{-(n+1)r}\frac{\overline{a}_{n\rceil i_s-r}}{\overline{a}_{n\rceil r}})$$

(2.49) $$NPV(I) = (1 - d)I^*,$$

missä I^* = verottajan kuluosuudella vähennetty C:n suuruisen annuiteettilainan korkojen reaalinen nykyarvo.

224. Poistot

2241. Tasapoisto

Seuraavaksi täsmennetään lausekkeessa (2.13) esitetyn kolmannen nykyarvokomponentin NPV(D) poistot ja niiden perusteella saatava verottajan kuluosuuden reaalinen nykyarvo. Tasapoistoa käytettäessä vuoden t poisto on yksinkertaisesti

(2.50) $$D_t = \frac{C}{n} .$$

jolloin lauseke (2.13) tulee edellä olevalla sijoituksella muotoon

(2.51) $$NPV(D) = \sum_{t=1}^{n} f \frac{C}{n} e^{-ti_s} = fC \frac{\overline{a}_{n\rceil i_s}}{n} .$$

2242. Menojäännöspoisto

Menojäännöspoisto on nykyisen elinkeinoverolainsäädännön mukainen poistomuoto. Käytettäessä poistoprosenttina j:tä ($0 \leq j \leq 1$) saadaan vuoden t menojäännöspoiston määräksi[1]

1 Ks. Aho (1979), s. 302.

$$(2.52) \qquad D_t = j(1 - j)^{t-1}C \qquad , t = 1, 2, 3, \ldots , n-1.$$

Pitoajan viimeisenä vuotena n joudutaan säännönmukaisen poiston $j(1 - j)^{n-1}C$ lisäksi tekemään $(1 - j)^nC$:n suuruinen lisäpoisto, jotta koko hankintameno tulee poistetuksi. Tällä menettelyllä taataan vertailtavuus muiden poistomenetelmien kanssa. Siten viimeisen vuoden poistojen yhteismäärä on

$$(2.53) \qquad D_n = j(1 - j)^{n-1}C + (1 - j)^nC = (1 - j)^{n-1}C.$$

Lausekkeita (2.52) ja (2.53) käyttäen saadaan verottajan kuluosuuden reaaliseksi nykyarvoksi

$$(2.54) \qquad NPV(D) = \sum_{t=1}^{n} fjC(1 - j)^{t-1}e^{-ti_s} + fC(1 - j)^n e^{-ni_s}.$$

Kun ensimmäinen oikeanpuoleinen termi jaetaan ja kerrotaan $(1 - j)$:llä saadaan

$$(2.55) \qquad NPV(D) = fC \frac{j}{1 - j} \sum_{t=1}^{n} [(1 - j)e^{-i_s}]^t + fC[(1 - j)e^{-i_s}]^n.$$

Geometrisen sarjan summakaavaa käyttäen saadaan[1]

$$(2.56) \qquad NPV(D) = fCj \frac{1 - [(1 - j)e^{-i_s}]^n}{e^{i_s} - (1 - j)} + fC[(1 - j)e^{-i_s}]^n$$

$$(2.57) \qquad NPV(D) = fC \frac{j + (e^{i_s} - 1)e^{-ni_s}(1-j)^n}{e^{i_s} - (1 - j)}.$$

2243. Realisointipoisto

Realisointipoistolla tarkoitetaan investoinnin sisäisellä korkokannalla diskontattua vuotuisen tuoton nykyarvoa[2]. Realisointipoiston taustalla on tulokäsitys, jonka mukaan tuloa kertyy sitä mukaa kun lähestytään menoa vastaavan tulon saantia. Siten uhrattu meno kasvaa tuloksi sisäisen koron mukaan ja realisointipoisto muodostuu saatavan tulon nykyarvosta. Realisointipoistoa jatkossa käsiteltäessä oletetaan, että hankittavan koneen sisäinen korko

---

1 Vrt. Aho (1979), s. 302.

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

= laskentakorko. Tässä tutkimuksessa käsitellään vain investoinnin rahoitusta, jota on edeltänyt myönteisen investointipäätöksen tekeminen.

Vuoden t realisointipoiston määrä on[1]

$$(2.58) \qquad D_t = \bar{c}_{\overline{n}|i_s} C e^{-ti_s}.$$

Kun lauseke (2.58) sijoitetaan lausekkeeseen (2.13), saadaan verottajan kuluosuuden reaaliseksi nykyarvoksi

$$(2.59) \qquad NPV(D) = \sum_{t=1}^{n} f\bar{c}_{\overline{n}|i_s} C e^{-ti_s} e^{-ti_s}$$

$$= f\bar{c}_{\overline{n}|i_s} C \sum_{t=1}^{n} e^{-2ti_s},$$

mistä jälleen nykyarvotekijään siirtymällä saadaan[2]

$$(2.60) \qquad NPV(D) = f\bar{c}_{\overline{n}|i_s} C\bar{a}_{\overline{n}|2i_s}$$

ja lopulta

$$(2.61) \qquad NPV(D) = fC \frac{\bar{a}_{\overline{n}|2i_s}}{\bar{a}_{\overline{n}|i_s}}.$$

23. Yhteenveto mallista

Edellä on kappaleissa 21 ja 22 johdettu sekä leasingmaksujen että ostovaihtoehtoon liittyvien maksujen nykyarvot. Leasingmaksujen nykyarvolausekkeen lopullisen muodon ilmoittaa yhtälö (2.7). Ostovaihtoehdon maksujen nykyarvo yleisessä muodossaan saadaan yhtälöstä (2.10) tai komponentteihinsa eroteltuna yhtälöistä (2.11) - (2.14). Koska ostovaihtoehdon nykyarvolauseke ja sen komponentit riippuvat ratkaisevasti sovellettavasta lainamuodosta ja poistomenetelmästä, esitetään nämä tässä kappaleessa vielä yhteenvedonomaisesti kootussa muodosssa.

---

1 Vrt. Aho (1981)

2 Vrt. Saario (1969), s. 214.

Ostovaihtoehdon verottajan kuluosuuksilla vähennetty nykyarvo on (2.14):n mukaisesti

$$\text{(2.62)} \qquad NPV(B) = NPV(K) + NPV(I) - NPV(D),$$

missä NPV(K) saadaan yhtälöstä (2.17) (sarjalaina) tai yhtälöstä (2.34) (annuiteettilaina):

$$\text{(2.63)} \qquad NPV(K) = \begin{cases} dC + (1 - d)C\,\dfrac{\bar{a}_{\overline{n}|i_s}}{n} & \text{(sarjalaina)} \\[2ex] dC + (1 - d)Ce^{-(n+1)r}\,\dfrac{\bar{a}_{\overline{n}|i_s-r}}{\bar{a}_{\overline{n}|r}} & \text{(annuiteettilaina)} \end{cases}$$

ja NPV(I) yhtälöstä (2.43) (sarjalaina) tai yhtälöstä (2.48) (annuiteettilaina):

$$\text{(2.64)} \qquad NPV(I) = \begin{cases} (1 - f)(1 - d)C\,\dfrac{e^r - 1}{e^{i_s} - 1}\left(1 - \dfrac{\bar{a}_{\overline{n}|i_s}}{n}\right) & \text{(sarjalaina)} \\[2ex] (1 - f)(1 - d)C\left(\dfrac{\bar{a}_{\overline{n}|i_s}}{\bar{a}_{\overline{n}|r}} - e^{-(n+1)r}\,\dfrac{\bar{a}_{\overline{n}|i_s-r}}{\bar{a}_{\overline{n}|r}}\right) & \text{(annuittettilaina)}, \end{cases}$$

sekä NPV(D) yhtälöstä (2.51) (tasapoisto), yhtälöstä (2.57) (menojäännöspoisto) tai yhtälöstä (2.61) (realisointipoisto):

$$\text{(2.65)} \qquad NPV(D) = \begin{cases} fC\,\dfrac{\bar{a}_{\overline{n}|i_s}}{n} & \text{(tasapoisto)} \\[2ex] fC\,\dfrac{j + (e^{i_s} - 1)e^{-ni_s}(1-j)^n}{e^{i_s} - (1 - j)} & \text{(menojäännöspoisto)} \\[2ex] fC\,\dfrac{\bar{a}_{\overline{n}|2i_s}}{\bar{a}_{\overline{n}|i_s}} & \text{(realisointipoisto)} \end{cases}$$

Kuoletusmaksujen ja korkomaksujen nykyarvolausekkeet voidaan vielä jatkotarkasteluja ajatellen esittää lyhyesti muodoissa, vrt. yhtälöt (2.18) - (2.19), (2.35) - (2.36), (2.43) - (2.44) ja (2.48) - (2.49),

$$\text{(2.66)} \qquad NPV(K) = K^* + d(C - K^*)$$

$$\text{(2.67)} \qquad NPV(I) = (1 - d)I^* = I^* - dI^*,$$

missä

$$\text{(2.68)} \qquad K^* = \begin{cases} C\,\dfrac{\bar{a}_{\overline{n}|i_s}}{n} & \text{(sarjalaina)} \\[2ex] Ce^{-(n+1)r}\,\dfrac{\bar{a}_{\overline{n}|i_s-r}}{\bar{a}_{\overline{n}|r}} & \text{(annuiteettilaina)} \end{cases}$$

ja

$$\text{(2.69)} \qquad I^* = \begin{cases} (1 - f)C\,\dfrac{e^r - 1}{e^{i_s} - 1}\left(1 - \dfrac{\bar{a}_{\overline{n}|i_s}}{n}\right) & \text{(sarjalaina)} \\[2ex] (1 - f)C\left(\dfrac{\bar{a}_{\overline{n}|i_s}}{\bar{a}_{\overline{n}|r}} - e^{-(n+1)r}\,\dfrac{\bar{a}_{\overline{n}|i_s-r}}{\bar{a}_{\overline{n}|r}}\right) & \text{(annuiteettilaina)} \end{cases}$$

3. MALLIN ANALYSOINTIA

31. Kiinnitettävät ja analysoitavat parametrit

Muodostettuun malliin sisältyy niin monta parametria, että mallia analysoitaessa suurin osa niistä joudutaan kiinnittämään. Parametreista kiinnitetään seuraavat: leasingmaksut (L_t), virtojen diskonttauksissa käytettävät reaalinen laskentakorko i ja lainan nimellinen korkokanta r sekä leasingkausien lukumäärä/pitoaika n. Lainamuotoa ja poistomenetelmää varioidaan varsinaisesti analysoitavien parametrien, verokannan (f) ja ostovaihtoehdon rahoitusrakenteen (d), tarkastelun yhteydessä.

Verokannan vaikutuksen analysointi on yrityksen kuluvarastotilannetta ajatellen välttämätöntä. Muodostetussa mallissa on verottajan kuluosuudet (leasingmaksuista, lainan koroista ja poistoista) mukana. Verottajan kuluosuuden täysimääräinen huomioon ottaminen edustaa verojen vaikutuksen ylärajaa, kun taas alaraja muodostuu siitä, että veroja ei oteta esimerkiksi tilinpäätöstilanteen eikriittisyyden vuoksi lainkaan huomioon. Verotuksen vaikutusten analysoinnilla saadaan myös selville, muuttaako verokannan tai verotuksellisen tilinpäätöstilanteen muutos leasingin ja ostovaihtoehdon keskinäistä edullisuutta. Keskeiseksi analysoinnin kohteeksi muodostuu myös verotuksen vaikutuksen riippuvuus inflaatiosta erilaisilla lainamuodon ja poistomenetelmän kombinaatioilla.

Toinen analysoitava parametri on ostovaihtoehdon rahoitusrakenne. Leasingrahoitusta käsittelevässä kirjallisuudessa on usein edellytetty, että vertailun kohteena oleva ostovaihtoehto on rahoitettava kokonaan vieraalla pääomalla[1]. Tällä on pyritty samanlaisen rahoitusriskin omaavien vaihtoehtojen vertailuun. Kuitenkin tällainen rahoitusvaatimus on varsin epärealistinen. Investointihankkeen rahoittaminen kokonaan vieraalla pääomalla lienee vain aniharvoin mahdollista[2]. Siten 100 %:n lainarahoitus edustaa

1 Esimerkiksi Bower - Herringer - Williamson (1966), s. 257-265.

2 Tässä suhteessa realistisia laskelmia leasingin ja oston keskinäisestä edullisuudesta ovat esittäneet Merrett - Sykes (1974), s. 260-263.

jatkossa pikemminkin lainarahoitusmahdollisuuksien ylärajaa kuin faktillista oston rahoitusrakennevaihtoehtoa. Vastaavasti omarahoitusosuuden yläraja on 100 %, mikä tullee useammin kyseeseen koneiden korvausinvestoinneissa. Näin jatkossa tarkastellaan oston rahoitusrakenteen vaikutusta ja sen riippuvuutta inflaatiosta koko rahoitusrakenteen vaihtelualueella eli $0 \leq d \leq 1$. Tässäkin yhteydessä on tärkeää selvittää se kriittinen rahoitusrakenne, jolla leasing ja osto ovat yhtä edullisia.

32. Analyyttista tarkastelua

321. Verotuksen vaikutus

Verotuksen vaikutuksen analysoimiseksi muodostetaan ensin erotuslauseke G leasingmaksujen nykyarvon ja ostovaihtoehdon nykyarvon erotukselle[1]

$$G = NPV(L) - NPV(B), \tag{3.1}$$

josta valintakriteereiksi saadaan

$G > 0$,	valitaan osto
$G = 0$,	valitaan kumpi tahansa
$G < 0$,	valitaan leasing .

Tapauksessa $G > 0$ leasingmaksujen nykyarvo on ostovaihtoehdon nykyarvoa korkeampi, joten rationaalinen päätöksenteko edellyttää ostovaihtoehdon toteuttamista. Tapauksessa $G < 0$ nykyarvojen ero on päinvastainen ja leasingin valinta rahoitusmuodoksi tulee ostoa edullisemmaksi.

1 Vaihtoehtoinen määrittelytapa olisi suhteellisen nykyarvon luonteinen, jolloin $G' = NPV(L)/NPV(B)$. Tällöin valintakriteerin tasapainokohta olisi 0:n sijasta 1. Absoluuttista nykyarvoeroa on kuitenkin helpompi analysoida ja tulkita, joten sitä käytetään jatkossa.

Edellisessä luvussa muodostetun mallin mukaan nykyarvoero voidaan esittää myös seuraavasti

$$(3.2) \quad G = NPV(L) - NPV(K) - NPV(I) + NPV(D)$$

$$= \sum_{t=1}^{n} (1 - f)L_t e^{-ti_s} - \sum_{t=1}^{n} K_t e^{-ti_s} - dC - \sum_{t=1}^{n} (1 - f)I_t e^{-ti_s}$$

$$+ \sum_{t=1}^{n} fD_t e^{-ti_s}$$

$$= \sum_{t=1}^{n} \{f[I_t + D_t - L_t] + [L_t - I_t - K_t]\}e^{-ti_s} - dC$$

$$= f \sum_{t=1}^{n} (I_t + D_t - L_t)e^{-ti_s} + \sum_{t=1}^{n} (L_t - I_t - K_t)e^{-ti_s} - dC.$$

Nykyarvoeron riippuvuus verokannasta f on siten lineaarinen, eli voidaan merkitä

$$(3.3) \quad G(f) = [\sum_{t=1}^{n} (I_t + D_t - L_t)e^{-ti_s}]f + \sum_{t=1}^{n} (L_t - I_t - K_t)e^{-ti_s} - dC.$$

Funktion G(f) kuvaaja on suora, jonka kulmakerroin on f:n kerroinlauseke (3.3):ssa. Kulmakerroin saadaan myös (osittais)derivaattana[1]

$$(3.4) \quad \frac{\partial G}{\partial f} = \sum_{t=1}^{n} (I_t + D_t - L_t)e^{-ti_s},$$

eli G:n osittaisderivaataksi f:n suhteen tulee lainan korkojen ja poistojen (reaalisen) nykyarvon ja leasingmaksujen (reaalisen) nykyarvon erotus. Kulmakertoimen etumerkkiä ei voida sellaisenaan päätellä lausekkeesta (3.4). Tapauksessa $\partial G/\partial f < 0$ edullisuus siirtyy verokannan kasvaessa leasingin suuntaan ja tapauksessa $\partial G/\partial f > 0$ oston suuntaan. Osittaisderivaatasta ei voida tietenkään päätellä itse G:n etumerkkiä, eli kumpi vaihtoehto on edullisempi.

1 Vrt. Mao (1969), s. 325.

Verojen vaikutusalueen haarukoimiseksi määritellään seuraavaksi nykyarvoero G tapauksissa f = 0 ja f = 1 (100 %). Tapauksessa f = 0 saadaan lausekkeesta (3.3) nykyarvoeroksi

$$(3.5) \quad G(0) = \sum_{t=1}^{n} (L_t - I_t - K_t)e^{-ti_s} - dC .$$

Ensimmäinen termi määrittelee leasingmaksujen reaalisen nykyarvon ja lainan hoitomaksujen reaalisen nykyarvon erotuksen. Toinen termi ilmaisee ostovaihtoehdon omarahoitusmäärän. Poistot eivät ole mukana lausekkeessa (3.5), koska niiden verottajan kuluosuus muodostuu verottomassa tilanteessa nollaksi.

Tapauksessa f = 1 saadaan lausekkeesta (3.3) nykyarvoeroksi

$$(3.6) \quad G(1) = \sum_{t=1}^{n} (D_t - K_t)e^{-ti_s} - dC .$$

Tällöin verottajan kuluosuus koroista ja leasingmaksuista on niiden nimellismäärien suuruinen, eli verottaja maksaa ne kokonaan. Nykyarvoero G(1) saadaan vähentämällä oston omarahoitusmäärä poistojen ja lainan kuoletusten (reaalisesta) nykyarvoerosta.

Edellisten ääriarvojen lisäksi on mielenkiintoista määritellä se verokanta f_0, jolla vaihtoehdot ovat yhtä edullisia eli G = 0. Kutsutaan tätä verokantaa kriittiseksi verokannaksi. Se saadaan asettamalla lauseke (3.3) nollaksi ja ratkaisemalla se f:n suhteen:

$$(3.7) \quad f_0 = \frac{\sum_{t=1}^{n} (L_t - I_t - K_t)e^{-ti_s} - dC}{\sum_{t=1}^{n} (L_t - I_t - D_t)e^{-ti_s}} .$$

Osoittaja määrittelee leasingmaksujen ja ostovaihtoehdon maksujen (reaalisen) nykyarvoeron ilman verotuksen huomioon ottamista. Nimittäjässä vähennetään leasingmaksujen (reaalisesta) nykyarvosta korkojen ja poistojen yhteenlaskettu (reaalinen) nykyarvo. Jotta (3.7):stä saatava kriittinen verokanta f_0 olisi myös käsitteellisesti ja tulkinnallisesti mielekäs, ts. $0 \leq f_0 \leq 1$, on oltava

$$(3.8)\quad \begin{cases} \sum_{t=1}^{n} (L_t - I_t - K_t)e^{-ti_s} - dC \geq 0 \text{ ja} \\ \sum_{t=1}^{n} (L_t - I_t - D_t)e^{-ti_s} > 0 \\ \text{tai} \\ \sum_{t=1}^{n} (L_t - I_t - K_t)e^{-ti_s} - dC \leq 0 \text{ ja} \\ \sum_{t=1}^{n} (L_t - I_t - D_t)e^{-ti_s} < 0 \end{cases}$$

(f_0:n etumerkkiehto) ja

$$(3.9)\quad \left|\sum_{t=1}^{n} (L_t - I_t - K_t)e^{-ti_s} - dC\right| \leq \left|\sum_{t=1}^{n} (L_t - I_t - D_t)e^{-ti_s}\right|$$

eli sievennettynä (f_0:n suuruusehto):

$$(3.10)\quad \sum_{t=1}^{n} K_t e^{-ti_s} + dC \begin{cases} \geq \sum_{t=1}^{n} D_t e^{-ti_s} & \text{(3.8):n ensimmäisen vaihtoehdon tapauksessa,} \\ \leq \sum_{t=1}^{n} D_t e^{-ti_s} & \text{(3.8):n toisen vaihtoehdon tapauksessa.} \end{cases}$$

Etumerkkiehdon (3.8) mukaan lausekkeessa (3.7) sekä osoittajan että nimittäjän on oltava joko positiivisia tai negatiivisia. Viimeisten epäyhtälöiden (suuruusehdon) (3.10) mukaan taas poistojen reaalinen nykyarvo voi olla korkeintaan lainan kuoletusten reaalisen nykyarvon ja omarahoitusosuuden summan suuruinen (mikäli etumerkkiehto toteutuu ensimmäisen vaihtoehdon mukaisesti) tai sen täytyy olla vähintään tämän summan suuruinen (mikäli etumerkkiehto toteutuu jälkimmäisen vaihtoehdon mukaisesti). Kriittisen verokannan alarajan $f_0 = 0$ ehdoksi saadaan lausekkeesta (3.7)

$$(3.11)\quad \sum_{t=1}^{n} (L_t - I_t - K_t)e^{-ti_s} - dC = 0 \qquad (f_0 = 0).$$

ja lausekkeesta (3.10) vastaavaksi ehdoksi yläraja-arvolle $f_0 = 1$

$$(3.12)\quad \sum_{t=1}^{n} K_t e^{-ti_s} + dC = \sum_{t=1}^{n} D_t e^{-ti_s} \qquad (f_0 = 1).$$

322. Rahoitusrakenteen vaikutus

Rahoitusrakenteen vaikutuksen analysoimiseksi merkitään ensin lauseke (3.2) muotoon

$$(3.13)\quad G = NPV(L) + NPV(D) - [NPV(I) + NPV(K)]$$

Ottamalla huomioon lausekkeet (2.66) ja (2.67) saadaan

$$(3.14)\quad G = NPV(L) + NPV(D) - [(1 - d)I^* + K^* + d(C - K^*)]$$

$$= NPV(L) + NPV(D) - (I^* + K^*) + d(I^* + K^* - C),$$

missä I^* ja K^* saadaan yhtälöistä (2.69) ja (2.68).

Nykyarvoero G saadaan nyt d:n funktiona

$$(3.15)\quad G(d) = NPV(L) + NPV(D) - (I^* + K^*) + (I^* + K^* - C)d$$

$$= G(0) + (I^* + K^* - C)d.$$

Kysymyksessä on jälleen suora, jonka kulmakerroin on

$$(3.16)\quad \frac{\partial G}{\partial d} = I^* + K^* - C,$$

eli kulmakerroin on C:n suuruisen lainan hoitomaksujen (reaalisen) nykyarvon (korkojen osalta verottajan kuluosuudella vähennetty) ja koneen hankintahinnan erotus. Lainan hoitomaksujen (reaalinen) nykyarvo on aina koneen hankintahintaa pienempi, mikäli lainan nimelliskorko on inflaatiokorjattua laskentakorkoa alhaisempi. Kulmakerroin $\partial G/\partial d$ on siten negatiivinen, jolloin oston omarahoitusosuuden kasvu painottaa edullisuutta leasingin suuntaan. Käytettävä laskentakorko on käytännössä aina lainakorkoa korkeampi, joten esitetty johtopäätös kulmakertoimen etumerkistä on yleispätevä. Lausekkeesta (3.16) voidaan vielä todeta, että inflaation kohotessa $I^* + K^*$ pienenee, jolloin $I^* + K^* - C$ kasvaa itseisarvoltaan. Siten liikuttaessa korkeilla inflaatio-odotusten tasoilla nykyarvo G on herkempi d:n vaihteluille kuin vakaan rahanarvon tai alhaisen inflaation vallitessa. Suoritetaan kulmakertoimen etumerkkiin liittyvä yksityiskohtainen tarkastelu vielä erikseen sarjalainan ja annuiteettilainan tapauksessa. Sarjalainan tapauksessa saadaan

$$(3.17)\quad \frac{\partial G}{\partial d} = I^* + K^* - C$$

$$= (1-f)C\,\frac{e^r - 1}{e^{i_s} - 1}\left(1 - \frac{\bar{a}_{\overline{n}|i_s}}{n}\right) + C\,\frac{\bar{a}_{\overline{n}|i_s}}{n} - C$$

$$\leq C\left[\frac{e^r - 1}{e^{i_s} - 1}\left(1 - \frac{\bar{a}_{\overline{n}|i_s}}{n}\right) + \frac{\bar{a}_{\overline{n}|i_s}}{n} - 1\right]$$

$$\leq C\left(1 - \frac{\bar{a}_{\overline{n}|i_s}}{n} + \frac{\bar{a}_{\overline{n}|i_s}}{n} - 1\right) = 0 .$$

Ensimmäinen epäyhtälö on voimassa, koska $0 \leq 1 - f \leq 1$. Toisessa epäyhtälössä taas ehdolla $r \leq i_s$ on voimassa $0 \leq (e^r - 1)/(e^{i_s} - 1) \leq 1$, joten jälkimmäinenkin arviointi pitää paikkansa. On siis yleisesti $\frac{\partial G}{\partial f} \leq 0$.

Annuiteettilainan tapauksessa saadaan

$$(3.18)\quad \frac{\partial G}{\partial d} = I^* + K^* - C$$

$$= (1-f)C\left(\frac{\bar{a}_{\overline{n}|i_s}}{\bar{a}_{\overline{n}|r}} - \frac{\bar{a}_{\overline{n}|i_s-r}}{\bar{a}_{\overline{n}|r}}\,e^{-(n+1)r}\right)$$

$$+ Ce^{-(n+1)r}\,\frac{\bar{a}_{\overline{n}|i_s-r}}{\bar{a}_{\overline{n}|r}} - C$$

$$\leq C\left[\frac{\bar{a}_{\overline{n}|i_s}}{\bar{a}_{\overline{n}|r}} - \frac{\bar{a}_{\overline{n}|i_s-r}}{\bar{a}_{\overline{n}|r}}\,e^{-(n+1)r} + \frac{\bar{a}_{\overline{n}|i_s-r}}{\bar{a}_{\overline{n}|r}}\,e^{-(n+1)r} - 1\right]$$

$$= C\left(\frac{\bar{a}_{\overline{n}|i_s}}{\bar{a}_{\overline{n}|r}} - 1\right) \leq 0 .$$

Ensimmäinen epäyhtälö on jälleen ilmeinen, koska $0 \leq 1 - f \leq 1$. Toisessa epäyhtälössä ehdolla $i_s \geq r$ on $\bar{a}_{\overline{n}|i_s} \leq \bar{a}_{\overline{n}|r}$, jolloin sulkulauseke on negatiivinen.

Suoralla (3.15) on siten d:n suhteen negatiivinen kulmakerroin. Suoran leikkauspiste G-akselin kanssa on

$$(3.19)\quad G(0) = NPV(L) + NPV(D) - (I^* + K^*).$$

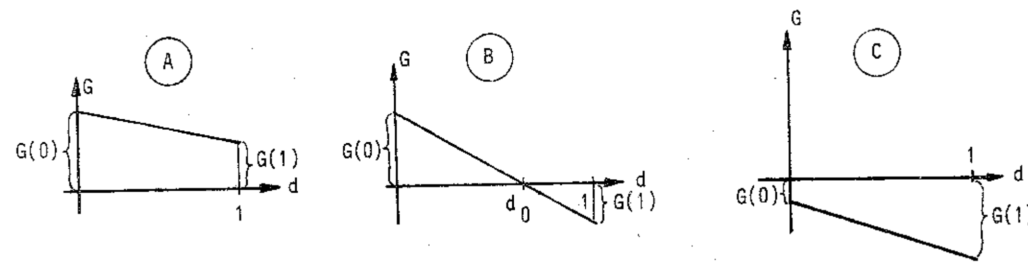
G(0) ilmoittaa nykyarvoeron tapauksessa, jossa osto on rahoitettu kokonaan lainalla eli $d = 0$. Toinen äärimmäisyys, jossa osto on rahoitettu kokonaan omin varoin, antaa vertailukriteerin arvoksi

$$(3.20)\quad G(1) = NPV(L) + NPV(D) - C,$$

$$= NPV(L) - [C - NPV(D)] ,$$

eli reaalinen nykyarvoero saadaan vähentämällä leasingmaksujen reaalisesta nykyarvosta koneen hankintahinta vähennettynä verottajan poistoista maksamien kuluosuuksien reaalinen nykyarvo.

Kuviossa 3.1 on esitetty G:n mahdolliset riippuvuusvaihtoehdot d:stä. Vaihtoehdossa A osto on aina leasingia edullisempi, koska $G(0) > 0$, $G(1) > 0$. Vaihtoehdossa B edullisuusjärjestys vaihtuu ostosta leasingiin d_0:ssa. Tällöin $G(0) > 0$, $G(1) < 0$. Vaihtoehdossa C leasing on aina edullisempi, koska $G(0) < 0$, $G(1) < 0$.



Kuvio 3.1. Nykyarvoeron riippuvuus d:stä

Määritellään seuraavaksi se kriittinen rahoitusrakenne d_0, jolla $G(d) = 0$. Lausekkeesta (3.15) saadaan

$$(3.21) \quad d_0 = \frac{NPV(L) + NPV(D) - (I^* + K^*)}{C - (I^* + K^*)} .$$

Annetuilla parametriarvoilla esiintyy kriittinen rahoitusrakenne, jos (3.21):stä saatava d_0 on 0:n ja 1:n välissä. Koska (3.21):n nimittäjä on aina positiivinen[1], saa d_0:n positiivisuusehto muodon

$$(3.22) \quad I^* + K^* \leq NPV(L) + NPV(D).$$

Kun verrataan ehtoa (3.22) lausekkeeseen (3.19), nähdään, että se itse asiassa on G(0):n positiivisuusehto, ts. ehto (3.22) rajaa kuvion 3.1 esittämistä vaihtoehdoista tapauksen C (leasing aina edullisempi) pois.

Lisäksi ehdon $0 \leq d_0 \leq 1$ toteutuminen vaatii, että toteutuu d_0:n suuruusehto eli että on voimassa

$$(3.23) \quad NPV(L) + NPV(D) \leq C.$$

Vertailukriteerin G avulla lausuttuna ehto (3.23) merkitsee, että on oltava, vrt. lauseke (3.20), $G(1) < 0$. Ehto (3.23) rajaa kuvion 3.1 esittämistä vaihtoehdoista siten tapauksen A (osto aina edullisempi) pois. Kun lausekkeiden (3.22) ja (3.23) ehdot yhdistetään, saadaan kriittisen rahoitusrakenteen d_0 olemassaololle[2] ehto

$$(3.24) \quad I^* + K^* \leq NPV(L) + NPV(D) \leq C.$$

Koska ehdon (3.24) päätearvojen $I^* + K^*$ ja C kesken on aina voimassa vaadittu suuruusehto $I^* + K^* \leq C$, jää kriittisen rahoitusrakenteen d_0 voimassaolon vaatimukseksi lopulta pelkästään se, että nykyarvokomponenttien NPV(L) ja NPV(D) summa sijoittuu näiden arvojen välille.

1 Vrt. (3.16):n analyysi edellä.

2 Tapaus B kuviossa 3.1.

33. Numeerista analysointia

331. Verotuksen vaikutus

Verotuksen (ja myöhemmin rahoitusrakenteen) vaikutuksia analysoitaessa käytetään taulukon 3.1 mukaisia parametriarvoja, joiden voitaneen katsoa kiinnitettyinä edustavan tyypillisiä arvoja.

Taulukko 3.1. Käytetyt parametriarvot

Parametri	Arvo
Koneen hankintahinta, C	100.000 mk
Leasingkausi = laina-aika, n	5 v
Lainan nimelliskorko, r	0.10/v
Reaalinen laskentakorkokanta, i	0.12/v
Menojäännöspoistosuhde, j	0.30
Leasingmaksujen kuukausikerroin, k'	0.02345
Oston omarahoitusosuus, d (verotusta tark.)	0, 0.35, 1
Verokanta, f (rahoitusrakennetta tarkasteltaessa)	0.55
Inflaatiovauhti, s	$0 \leq s \leq 1$

Tarkastellaan ensin tapausta, jossa osto on rahoitettu kokonaan lainoilla (d = 0). Liitteen 4 taulukoissa 1 - 6 on esitetty nykyarvoeron osoittaisderivaatat verokannan suhteen ($\partial G/\partial f$), nykyarvoerot tapauksissa f = 0 ja f = 1 sekä kriittiset verokannat (f_0) eri inflaatioasteilla. Ostovaihtoehto tulee aina edullisemmaksi, joten kriittistä verokantaakaan, $0 \leq f_0 \leq 1$, ei esiinny. Poikkeuksena on ääritapaus, jossa tasapoistoa ja sarjalainaa käytettäessä kriittinen verokanta saavutetaan 100 %:n verotasolla. Tällöin vuosittaisten poistojen ollessa lainan kuoletusten suuruisia oston ja leasingin nykyarvot tulevat yhtä suuriksi, eli G = 0. Toisena yleisenä huomiona voidaan todeta, että verokannan kohoaminen pienentää ostovaihtoehdon edullisuuden absoluuttista määrää, ts. $\partial G/\partial f < 0$. Tästä löytyy poikkeus inflaatiotasolla $s \geq 0.30$

käytettäessä realisointipoistoa, jolloin verokannan kohoaminen lisää ostovaihtoehdon edullisuuden absoluuttista määrää.

Tapauksesta d = 0 voidaan edelleen todeta, että verokannan vaikutuksen voimakkuus riippuu inflaatiosta. Tasapoistoa käytettäessä tämä vaikutus ($=|G(0) - G(1)|=|\partial G/\partial f|$) on suurimmillaan suomalaisittain vielä siedettävällä inflaatiotasolla[1]. Vaikutus muuttuu kuitenkin suhteellisen hitaastin inflaation kohotessa. Menojäännöspoistoa käytettäessä vaikutus heikkenee hitaasti inflaation kohotessa. Realisointipoistoa käytettäessä vaikutus riippuu erittäin voimakkaasti inflaatiosta; $\partial G/\partial f$ muuttuu vahvasti negatiivisesta arvosta nollan kautta ($s \sim 0.3$) vahvasti positiiviseksi painuen lopulta raja-arvona, kuten muissakin vaihtoehdoissa, jälleen nollaan. Realisointipoistojen reaalinen nykyarvo, ja siten verottajan kuluosuus niistä, alenee inflaation kohotessa vertailtavia poistomenetelmiä nopeammin, koska jaksollisten maksujen nykyarvotekijää määritettäessä käytetään laskentakorkoa $2i_s^2$ ja $i_s = i + s$. Yhteenvetona edellä esitetystä voidaan todeta, että kokonaan lainoilla rahoitettu osto on aina[3] leasingia edullisempi, joten kone kannattaa tällöin ostaa.

Tarkastellaan seuraavaksi verotuksen vaikutusta tapauksessa, jossa <u>osto on rahoitettu osaksi tai kokonaan omin varoin.</u> Tätä vastaavat numeeriset tulokset on esitetty liitteen 4 taulukoissa 7 - 18. Vakaan rahanarvon vallitessa ($s = 0$) ja verokannan ollessa $f = 0$ osto on edullisempi, pienellä d:n arvolla enemmän ja suurella vähemmän. Verokannan kohotessa (s edelleen nolla) edullisuus siirtyy leasingin suuntaan, pienellä d:n arvolla hitaammin ja omarahoitusosuuden kohotessa nopeammin. Poistomenetelmästä ja lainamuodosta suurestikaan riippumatta saavutetaan myöskin aina kriittinen verokanta, joka on käsitteellisesti mielekäs eli $0 \leq f_0 \leq 1$.

1 Sarjalaina 12 %, annuiteettilaina 18 %. Todettakoon tässä yhteydessä, että 1970-luvulla elinkustannusindeksi kohosi maassamme keskimäärin 11,3 % vuodessa ja tukkuhintaindeksi 11,5 %.

2 Realisointipoistojen nykyarvon riippuvuutta laskentakorosta on tutkittu teoksessa Aho (1981).

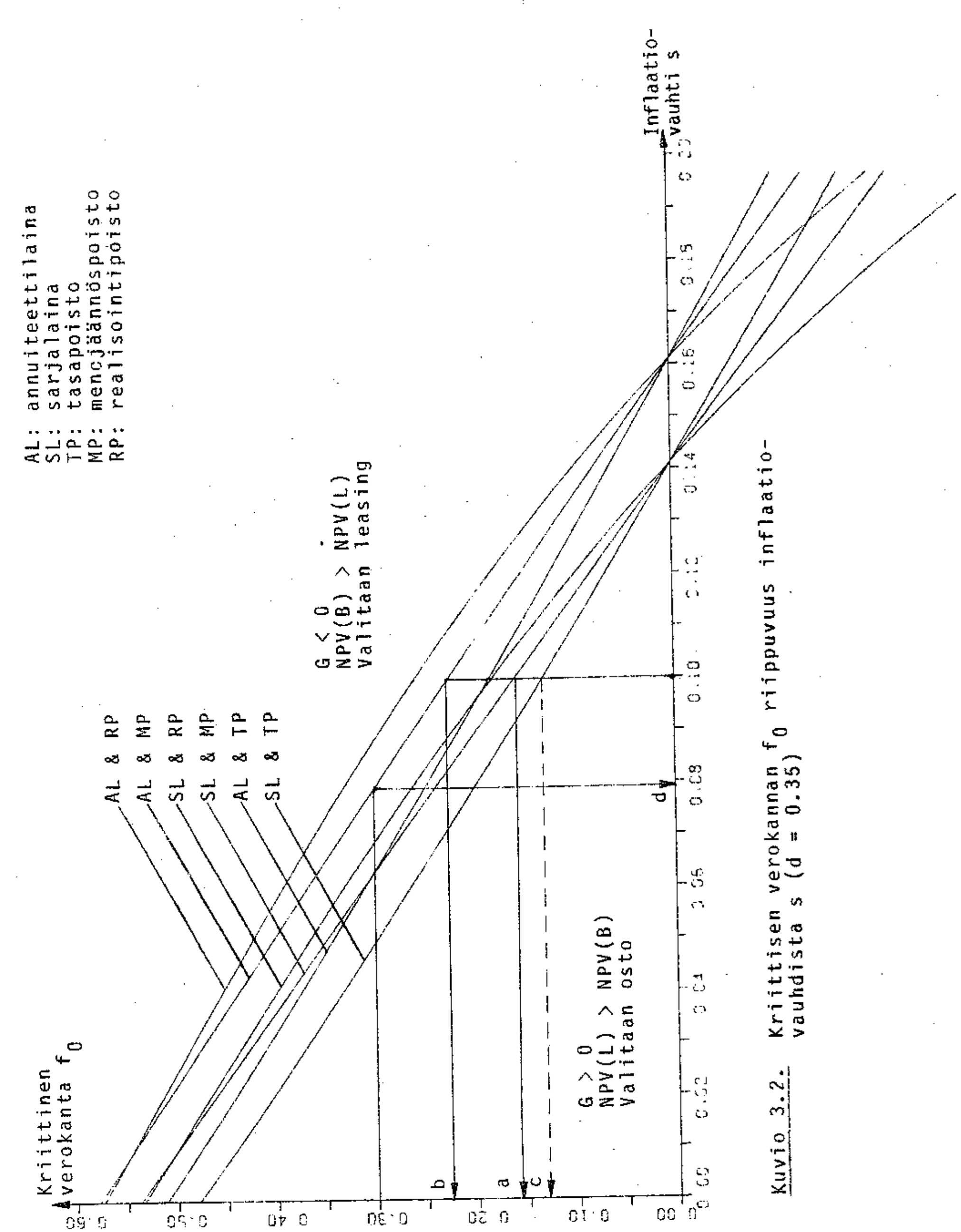
3 Kiinnitettyjen parametrien arvojen ollessa taulukon 3.1 mukaiset.

Oston omarahoitusosuuden ollessa 35 % kriittinen verokanta $f_0 \sim 0.5$ ja kokonaan omin varoin rahoitetun oston tapauksessa vaihtoehdot tulevat yhtä edullisiksi noin 18 %:n verokannalla eli $f_0 \sim 0.18$. <u>Raskaan verotuksen vallitessa ($f > f_0$) leasing tulee vakaan rahanarvon vallitessa ostoa edullisemmaksi.</u>

Lievän tai siedettävän inflaation vallitessa voidaan esittää edellä vakaan rahanarvon tilannetta käsitelleiden johtopäätösten lisäksi seuraavaa. Verotuksen vaikutus ($|\partial G/\partial f|$) pienenee. Verottomassa tilanteessa ($f = 0$) ostovaihtoehdon edullisuus häviää inflaation kasvaessa, ts. $G(0) \to 0$, kun $s \to s_0$; s_0 tulee vastaan sitä nopeammin, mitä suurempi d on; $s_0 \sim 0.15$ ($d = 0.35$), $s_0 \sim 0.05$ ($d = 0.65$), $s_0 \sim 0.025$ ($d = 1$). Siten oston ollessa kokonaan rahoitettu omin varoin vaihtoehtojen edullisuuden kannalta kriittinen inflaatio on ~ 2,5 %. Jos odotettu inflaatio (s) on tätä korkeampi, leasing tulee ostoa edullisemmaksi. Vielä voidaan todeta, että kriittinen verokanta $f_0 \to 0$, kun $s \to s_0$.

<u>Erityisen voimakkaan inflaation vallitessa leasing tulee aina ostoa edullisemmaksi.</u> Tällöin $G(0) < 0$, $G(1) < 0$ ja $f_0 < 0$. Realisointipoistoa käytettäessä edullisuuskäyttäytyminen on jälleen aikaisempaan tapaan muista poikkeava. Voidaan vielä yleisesti todeta, että inflaation kohotessa nykyarvoeron G matemaattiseksi raja-arvoksi saadaan -dC. Tällöin leasingrahoituksen aiheuttamien maksujen nykyarvo painuu nollaan ja ostovaihtoehdon nykyarvoksi tulee dC, jolloin leasing on dC:n verran nykyarvoltaan ostoa edullisempi. On selvää, ettei tällaista tilannetta ($s \to \infty$) voi tosimaailmassa esiintyä, mutta johtopäätöstä voidaan soveltaa myös äärellisiin hyperinflaatioihin. Tällöin leasing on aina ostoa edullisempi, mikäli ostosta joudutaan rahoittamaan pienikin osa omista varoista.

Kuvissa 3.2 on yhteenvedonomaisesti esitetty kriittisen verokannan f_0 riippuvuus inflaatiosta kaikilla käytettyjen laina- ja poistomuotojen yhdistelmillä. Kuviota laadittaessa oston omarahoitusosuus d on kiinnitetty 0.35:een. Mikäli todellinen verokanta f jää f_0-kuvaajan alapuolelle ($f < f_0$), osto tulee leasingiä edullisemmaksi. Edullisuus (nykyarvoero) on sitä suurempi, mitä enemmän kriittinen verokanta f_0 jää todellisen verokannan yläpuolelle.



Kuvio 3.2. Kriittisen verokannan f_0 riippuvuus inflaatio-vauhdista s (d = 0.35)

Mikäli taas $f > f_0$, leasing tulee aina ostoa edullisemmaksi. Kuviota voidaan käyttää arvioitaessa veroille annettavaa painoa kussakin leasing - osto -vertailussa. Kriittisen verokannan f_0 laskennassa ei käytetä lainkaan todellista verokantaa f[1]. Kriittisen verokannan laskennassa käytettävien parametrien kiinnityksen jälkeen saadaan f_0, jonka arvo suhteutetaan veroille annettavaan paikoon (f). Jos edullisuusvertailussa halutaan käyttää tilinpäätöstilanteet ja efektiivinen (osingonjakovähennyksellä korjattu) verokanta huomioon ottaen kriittistä verokantaa korkeampaa verokantaa, silloin valitaan leasing. Päinvastaisessa tapauksessa valitaan osto.

Kuviota 3.2 voidaan käyttää hyväksi muillakin tavoilla. Inflaatio-odotusten ollessa kiinnitetty, kuviosta nähdään poistomenetelmän (lainamuodon ollessa kiinnitetty) ja lainamuodon (poistomenetelmän ollessa kiinnitetty) vaikutus kriittiseen verokantaan. Esimerkiksi inflaatio-odotusten ollessa 10 %/vuosi, sarjalainaa ja menojäännöspoistoa käytettäessä kriittiseksi verokannaksi tulee 0.159 (tapaus a). Jos lainamuoto muutettaisiin annuiteettilainaksi, kriittinen verokanta kohoaisi 0.225:een eli 6,6 %-yksiköllä (tapaus b). Jos taas lainamuotona käytettäisiin sarjalainaa ja poistomuotona tasapoistoa, kriittinen verokanta alenisi 0.131:een (tapaus c). Kuviota voidaan käyttää hyväksi myös siten, että vaihtoehtoja vertailtaessa kaikki muut parametrit on kiinnitetty paitsi vuotuiset inflaatio-odotukset. Käytettäessä esimerkiksi verokantana 0.30:ä, lainamuotona annuiteettilainaa ja poistomuotona menojäännöspoistoa osto tulee leasingia edullisemmaksi, jos inflaatio-odotukset ovat alle 7,9 % vuodessa (tapaus d kuviossa 3.2). Jos taas inflaatio-odotukset ovat mainittua 7,9 %:a suuremmat, leasing tulee edullisemmaksi.

1 Ks. lauseke (3.7).

332. Rahoitusrakenteen vaikutus

Liitteen 5 taulukoissa 1 - 6 on esitetty nykyarvoeron osittaisderivaatat omarahoitusosuuden suhteen ($\partial G/\partial d$), nykyarvoerot tapauksissa $d = 0$ ja $d = 1$ sekä kriittiset omarahoitusosuudet (d_0) eri inflaatioasteilla. Verokanta on kiinnitetty 55 %:iin ($f = 0.55$) Tapauksia $f \sim 0$ ja $f \sim 1$ analysoitiin jo edellisessä kohdassa.

Tarkastellaan ensin tapausta, jossa osto rahoitetaan kokonaan lainoilla, ts. nykyarvoerona on $G(0)$. Tällöin osto on aina edullisempi ($G(0) > 0$), kuten jo verotuksen vaikutuksen analyysin yhteydessä todettiin. Poistomuoto vaikuttaa $G(0)$:aan siten, että tasapoistoa käytettäessä $G(0)$ eli tässä tapauksessa oston edullisuus on pienin ja realisointipoistoa käytettäessä suurin. Poikkeuksellisesti vakaan rahanarvon tai hyvin lievän inflaation ($s = 0 - 0.02$) vallitessa sekä realisointipoistoa että menojäännöspoistoa käytettäessä $G(0)$ muodostuu suunnilleen samaksi. Lainamuoto vaikuttaa nykyarvoeroon siten, että annuiteettilainalla $G(0)$ on suurempi kuin sarjalainalla. Ostovaihtoehdon edullisuus on suurimmillaan ($G(0)$:lla maksimiarvo) tietyllä inflaatiotasolla s', joka riippuu voimakkaasti poistomuodosta ja jonkin verran lainamuodosta. Tasapoistoa käytettäessä saadaan $s' = 0.12$ (sarjalaina) tai 0.24 (annuiteettilaina), menojäännöspoistoa käytettäessä $s' = 0.24$ tai 0.28 ja realisointipoistoa käytettäessä $s' = 0.64$ tai 0.58.

Oston omarahoitusosuuden kasvu muuttaa vaihtoehtojen edullisuutta leasingin suuntaan. Annetuilla parametriarvoilla löytyy aina kriittinen rahoitusrakenne. Inflaation kohotessa muutosnopeus $|\partial G/\partial d|$ kasvaa, joten kriittinen rahoitusrakenne d_0 siirtyy kohti nollaa. Tasapoistoa käytettäessä d_0 on selvästi pienin. Esimerkiksi vakaan rahanarvon tilanteessa d_0 on noin 0.27 (sarjalaina) tai 0.31 (annuiteettilaina), kun menojäännös- tai realisointipoistoa käytettäessä d_0 on noin 0.33 (sarjalaina) tai 0.37 (annuiteettilaina). Inflaation kohotessa edellä esitetyt suhteet säilyvät muuten[1] paitsi realisointipoisto eroaa menojäännöspoistosta ja järjestykseksi tulee d_0 (tp) < d_0 (mp) < d_0 (rp). Lainamuodosta

1 Lukuarvot tietysti pienenevät.

voidaan vielä todeta, että sarjalaina tuottaa kaikilla inflaatiotasoilla annuiteettilainaa pienemmän d_0:n. Tällöin leasing tulee sarjalainaa käytettäessä alhaisemmilla omarahoitusosuuksilla ostoa edullisemmaksi verrattuna annuiteettilainaan.

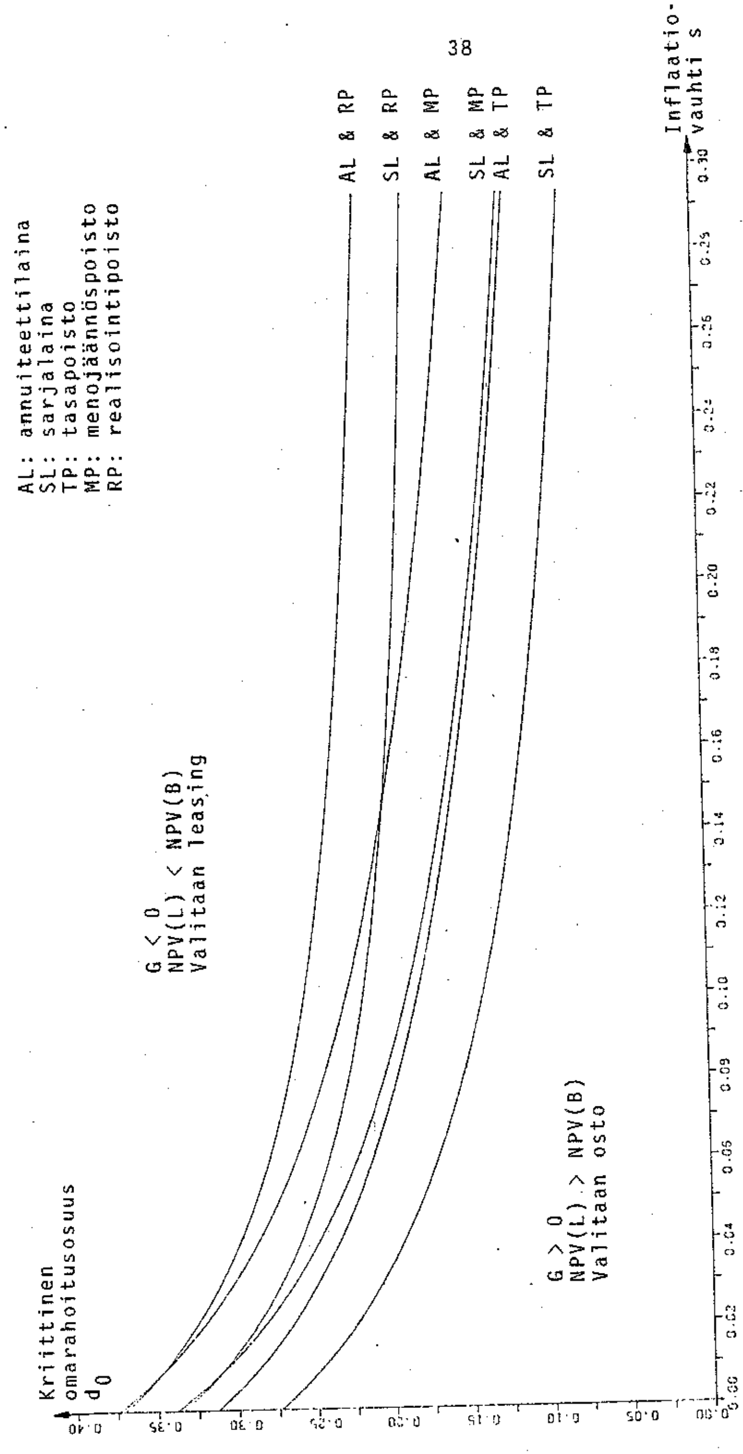
Suureen d vaikutuksen voimakkuudesta nykyarvoeroon ($\partial G/\partial d$) voidaan todeta, että se on aina negatiivinen[1]. Lisäksi vaikutuksen voimakkuus on tässä nykyarvomallissa poistomuodosta riippumaton mikä käy ilmi myös osittaisderivaatan analyyttisesta lausekkeesta (3.16). Rahoitusrakenteen d vaikutus vahvistuu inflaation kohotessa. Lainamuodolla on kaikilla inflaatiotasoilla pieni vaikutus $\partial G/\partial d$:ään. Sarjalainan tapauksessa d:llä on lievempi vaikutus kuin annuiteettilainan tapauksessa. Inflaatio kasvattaa hieman tätä vaikutuseroa.

Rahoitettaessa ostovaihtoehto kokonaan omin varoin tai omarahoitusosuuden ollessa yleensä suuri leasing tulee aina ostoa edullisemmaksi ($G(1) < 0$). Tällöin nykyarvoeron inflaatioriippuvuus on voimakas[2] inflaation kasvun vahvistaessa edelleen leasingin edullisuutta. Nykyarvoero on luonnollisesti lainamuodosta riippumaton tapauksessa $d = 1$ ja vähäinen, kun d on lähellä ykköstä. Poistomuoto vaikuttaa eri inflaatiotasoilla eri tavalla. Tapauksessa $s = 0$ on $G(1)_{tp} < G(1)_{rp} < G(1)_{mp}$ ja tapauksessa $s > 0$ on $G(1)_{tp} < G(1)_{mp} < G(1)_{rp}$. Inflaation kohotessa erot kasvavat ja $G(1)_{mp}$ siirtyy kohti $G(1)_{tp}$:tä.

Kuviossa 3.3 on esitetty yhteenvetona kriittisen rahoitusrakenteen d_0 riippuvuus inflaatiovauhdista s käytettyjen laina- ja poistomuotojen yhdistelmillä. Kuviossa verokanta f on kiinnitetty 0.55:een. Mikäli ostovaihtoehdossa käytettävä omarahoitusosuus d jää d_0-kuvaajan yläpuolelle, leasing tulee annetuilla parametriarvoilla ostoa edullisemmaksi. Kuvaajat ovat degressiivisesti alenevia. Inflaation kohoaminen siirtää edullisuutta leasingin suuntaan, jolloin oston edullisuus edellyttää aina suurempaa lainarahoitusvaadetta. Mikäli taas oston omarahoitusosuus jää kriittisen rahoitusrakennekuvaajan alapuolelle, osto tulee edullisemmaksi. Kuviota voidaan käyttää oston rahoitusrakenteen suunnittelussa. Kaikkien muiden parametrien tultua ensin kiinnitetyiksi

1 Vrt. analyyttista tarkastelua tältä osin.

2 Vrt. edellä d:n vaikutuksen voimakkuuden analyysia.



<u>Kuvio 3.3.</u> Kriittisen omarahoitusosuuden d_0 riippuvuus inflaatiovauhdista s (f = 0.55)

kuviosta nähdään suoraan ostovaihtoehdon kriittinen rahoitusrakenne d_0. Mikäli ostolle ei saada järjestettyä niin suurta lainarahoitusosuutta, että omarahoitusosuus jäisi kriittisen omarahoitusosuuden alapuolelle, valitaan leasing.

Kuviosta voidaan määrittää myös sallitun inflaatiovauhdin suuruus oston rahoitusrakenteen ollessa kiinnitetty. Tämä tapahtuu samaan tapaan kuin kappaleessa 331 verotuksen tarkastelun yhteydessä. Inflaatio-odotusten jäädessä kriittistä rahoitusrakennetta vastaavan inflaation alapuolelle, valitaan osto. Mikäli taas inflaatio-odotukset ylittävät valitun rahoitusrakenteen salliman inflaation, valitaan leasing. Lisäksi kuviota voidaan käyttää poisto- ja lainarahoitusmuotojen rahoitusrakennevaikutusten analysointiin inflaation ollessa kiinnitetty.

4. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

41. Keskeiset tulokset

Tutkimuksen tarkoituksena oli analysoida leasing - vs. ostopäätöksen taloudellisia vaikutuksia ja vaihtoehtojen keskinäistä edullisuusjärjestystä inflaatio-olosuhteissa. Vaihtoehtojen edullisuusvertailussa päätettiin käyttää kummankin vaihtoehdon synnyttämien rahoitusmaksujen verojen jälkeistä nykyarvoa. Ostovaihtoehdossa otettiin keskeisenä muuttujana mukaan rahoitusrakenne, jota mitattiin oston omarahoitusosuudella.

Leasing- ja ostovaihtoehdon nykyarvojen määrittelyssä käytettiin diskreettejä virtoja ja jatkuvaa diskonttausta. Inflaatio otettiin laskelmissa huomioon siten, että virrat määriteltiin nimellisinä ja samoin käytettävä laksentakorko. Leasingmaksut ovat inflaatiosuojattuja, joten niiden nimellinen määrä ei muutu inflaation johdosta. Leasingmaksujen reaalinen nykyarvo määriteltiin ottamalla huomioon verottajan kuluosuus leasingmaksuista seuraavasti

$$(4.1) \qquad NPV(L) = (1 - f)kC\ddot{a}_{\overline{n}|i+s} .$$

Mitä suuremmat ovat inflaatio-odotukset, sitä pienemmäksi muodostuu leasingrahoituksen kustannusten reaalinen nykyarvo ja sitä edullisemmaksi sen käyttö tulee.

Ostovaihtoehdon reaalisen nykyarvon peruslauseke määriteltiin seuraavasti

$$(4.2) \qquad NPV(B) = dC + \sum_{t=1}^{n} [K_t + (1 - f)I_t - fD_t]e^{-(i+s)t} .$$

Lainan kuoletusten (K_t), korkojen (I_t) ja poistojen (D_t) nimellismäärät eivät muutu inflaation johdosta. Siitä syystä niiden reaalinen arvo alenee inflaation kohotessa, jolloin myöskin niiden reaalinen nykyarvo alenee. Lausekkeessa (4.2) korkojen edessä

oleva termi (1 - f) johtuu siitä, että korot ovat verotuksessa vähennyskelpoisia. Poistojen vähennyskelpoisuudesta johtuu, että verottaja maksaa verokannan mukaisen kuluosuutensa niistä. Verottajan kuluosuuden arvo sekä koroista että poistoista on reaaliselta arvoltaan sitä pienempi, mitä suuremmasta inflaatiosta on kysymys.

Lausekkeessa (4.2) olevat lainojen hoitomaksut (kuoletukset, korot) määriteltiin erikseen annuiteetti- ja sarjalainalle. Poistomuotoina käytettiin tasa-, menojäännös- ja realisointipoistoja. Lainojen hoitomaksut muodostuivat sitä pienemmiksi, mitä huonommassa rahanarvossa ne voitiin palauttaa. Vastaavasti verottajan kuluosuus poistoista muodostui sitä suuremmaksi, mitä aikaisemmin ne voitiin vähentää. Näiden erien erilainen ajallinen profiili vaikutti näin siihen, että reaaliset nykyarvot muodostuivat eri kombinaatioilla erilaisiksi.

Luvussa 3 analysoitiin muodostettua mallia sekä analyyttisesti että numeerisesti. Lähemmin analysoitaviksi parametreiksi valittiin verokanta ja ostovaihtoehdon omarahoitusosuus (rahoitusrakenne). Näiden vaikutusten analysoinnissa käytettiin vertailukriteerinä vaihtoehtojen nykyarvojen erotusta (G) vähentämällä leasingmaksujen nykyarvosta ostovaihtoehdon nykyarvo. Tällöin valintakriteerit olivat

$G > 0$,	valitaan osto
$G = 0$,	valitaan kumpi tahansa
$G < 0$,	valitaan leasing.

Nykyarvoeron riippuvuus verokannasta saatiin derivoimalla nykyarvoero G verokannan f suhteen, jolloin kulmakertoimeksi saatiin

$$(4.3) \qquad \frac{\partial G}{\partial f} = \sum_{t=1}^{n} (I_t + D_t - L_t)e^{-ti_s} ,$$

eli lainan korkojen ja poistojen (reaalisen) nykyarvon ja leasingmaksujen (reaalisen) nykyarvon erotus. Kulmakertoimen etumerkkiä ei saada määritettyä suoraan lausekkeesta (4.3). Tapauksessa $\partial G/\partial f < 0$ edullisuus siirtyy verokannan kasvaessa leasingin suuntaan ja tapauksessa $\partial G/\partial f > 0$ oston suuntaan. Verojen vaikutusalue haarukoitiin määrittelemällä nykyarvoerot tapauksissa $f = 0$ ja $f = 1$ (100 %). Näiden ääriarvojen lisäksi määritettiin se kriittinen verokanta (f_0), jolla vaihtoehdot tulivat yhtä edullisiksi, samoin kuin ehdot kriittisen verokannan toteutumiselle välillä $0 \leq f_0 \leq 1$.

Ostovaihtoehdon omarahoitusosuuden kasvun vaikutus analysoitiin samaan tapaan. Kulmakertoimeksi $\partial G/\partial d$ saatiin

$$(4.4) \qquad \frac{\partial G}{\partial d} = I^* + K^* - C,$$

eli C:n suuruisen lainan hoitomaksujen (reaalisen) nykyarvon ja koneen hankintahinnan erotus. Kulmakerroin on aina negatiivinen, mikäli $r < i_s$ eli lainan nimelliskorko on inflaatiokorjattua laskentakorkoa pienempi. Inflaation kohotessa lausekkeen (4.4) $I^* + K^*$ pienenee, jolloin $I^* + K^* - C$ kasvaa itseisarvoltaan. Siten liikuttaessa korkeilla inflaatio-odotusten tasoilla nykyarvoero G on herkempi d:n vaihteluille kuin vakaan rahanarvon tai alhaisen inflaation vallitessa. Rahoitusrakenteen vaikutuksia edelleen analysoitaessa nykyarvoerolle johdettiin nykyarvoerot tapauksissa $d = 0$ ja $d = 1$ sekä lauseke kriittiselle rahoitusrakenteelle (d_0). Lisäksi johdettiin ehdot kriittisen rahoitusrakenteen $0 \leq d_0 \leq 1$ toteutumiselle.

Verotuksen ja rahoitusrakenteen vaikutusten numeerisessa analysoinnissa käytettiin seuraavia parametriarvoja: koneen hankintahinta 100.000 mk, leasingkausi (yhtyen laina-aikaan) 5 vuotta, lainan nimelliskorko 10 %, reaalinen laskentakorko 12 %, menojäännöspoistosuhde 0.3, leasingmaksujen kuukausikerroin 0,02345, oston omarahoitusosuus 0, 0.35, 1, verokanta 0.55. Inflaation osalta nykyarvoeroja tarkasteltiin välillä $0 \leq s \leq 1$.

Tapauksessa, jossa osto rahoitettiin kokonaan lainalla ($d = 0$), osto tuli aina leasingia edullisemmaksi, joten kriittistä verokantaakaan $0 \leq f_0 \leq 1$ ei löytynyt[1]. Toisena yleisenä huomiona voitiin todeta, että verokannan kohoaminen pienensi oston edullisuuden absoluuttista määrää ($\partial G/\partial f < 0$). Lisäksi verokannan vaikutuksen voimakkuus riippui inflaatio-odotuksista. Realisointipoistoa käytettäessä tämä vaikutus oli voimakkainta.

Tapauksessa, jossa osto rahoitettiin osaksi tai kokonaan omin varoin, vaihtoehtojen edullisuusjärjestys riippui ratkaisevasti inflaatiotasosta ja verokannasta. Vakaan rahanarvon tapauksessa ostovaihtoehto tuli verottomassa tilanteessa edullisemmaksi, pienellä omarahoitusosuudella enemmän ja suurella vähemmän. Verotuksen kohotessa edullisuus siirtyi leasingin suuntaan ja kriittisen verokannan f_0 ylityksen jälkeen leasingvaihtoehto muodostui edullisemmaksi. Omarahoitusosuudella $d = 0.35$ kriittinen verokanta oli suuruusluokkaa $f_0 \sim 0.5$ (laina- ja poistomuodon mukaan vaihdellen) ja tapauksessa $d = 1$ saatiin $f_0 \sim 0.18$. Lievän tai siedettävän inflaation vallitessa verotuksen vaikutus ($|\partial G/\partial f|$) pieneni, verottoman tilanteen ostovaihtoehdon edullisuuden absoluuttinen määrä ($G(0)$) pieneni ja kriittinen verokanta f_0 siirtyi kohti nollaa inflaation kasvaessa. Tietyn inflaatiotason s_0 jälkeen leasing tuli aina ostoa edullisemmaksi. Taso s_0 saavutettiin sitä nopeammin, mitä korkeampi oli oston omarahoitusosuus; $s_0 \sim 0.15$ ($d = 0.35$) ja $s_0 \sim 0.025$ ($d = 1$).

Rahoitusrakenteen vaikutuksia analysoitaessa tarkasteltiin ensin tapausta, jossa osto rahoitettiin kokonaan lainoilla. Tällöin osto tuli aina leasingia edullisemmaksi. Poistomuoto vaikutti nykyarvoeroon $G(0)$ siten, että tasapoistoa käytettäessä oston edullisuus oli pienin ja realisointipoistoa käytettäessä suurin. Lainamuoto vaikutti nykyarvoeroon siten, että annuiteettilainalla $G(0)$ oli suurempi kuin sarjalainalla. Ostovaihtoehdon edullisuus oli suurimmillaan tietyllä inflaatiotasolla s', joka riippuu voimakkaasti poistomuodosta ja jonkin verran lainamuodosta.

1 Poikkeuksena ääritapaus, jossa 100 %:n verokannan vallitessa käytetään tasapoistoa ja sarjalainaa. Tällöin $G = 0$.

Oston omarahoitusosuuden kasvu muutti vaihtoehtojen edullisuutta leasingin suuntaan. Annetuilla parametriarvoilla löytyi aina kriittinen rahoitusrakenne $0 \leq d_0 \leq 1$. Inflaation kohotessa muutosnopeus $|\partial G/\partial f|$ kasvoi, jolloin kriittinen rahoitusrakenne d_0 siirtyi kohti nollaa.

Omarahoitusosuuden vaikutuksen voimakkuudesta voitiin todeta sama kuin analyyttisessa tarkastelussa, eli vaikutus oli aina negatiivinen. Lisäksi vaikutuksen voimakkuus oli käytetyssä mallissa poistomuodosta riippumaton. Omarahoitusosuuden d vaikutus vahvistui inflaation kohotessa. Lainamuodolla oli kaikilla inflaatiotasoilla pieni vaikutus $\partial G/\partial d$:ään. Inflaation kohoaminen siirsi edullisuutta leasingin suuntaan, jolloin oston edullisuus edellytti aina suurempaa lainarahoitusvaadetta.

42. Arviointia

Edellä on tarkasteltu leasingin ja oston keskinäistä edullisuutta nykyarvomenetelmällä. Vertailumalliin ei otettu mukaan koneen jäännösarvoa. Jäännösarvoa ei ole otettu mukaan sen vuoksi, että käytännössä myös leasingvaihtoehtoon liittyy koneen lunastusmahdollisuus leasingkauden päättyessä. Vuokralleottajan lunastaessa koneen itselleen, koneesta pitoajan lopussa saatavan jäännösarvon voidaan olettaa muodostuvan sekä leasing- että ostovaihtoehdossa samaksi. Tällöin jäännösarvo ei vaikuta vaihtoehtojen nykyarvoeroon[1]. Ainoastaan koneen lunastushinta tulisi mukaan leasingvaihtoehdon nykyarvoon. Lunastushinta on kuitenkin leasingmaksuihin verrattuna niin pieni, ettei sitä otettu malliin mukaan. Menettelyä puoltaa vielä se, että leasingkauden lopussa maksettavan lunastushinnan nykyarvo on aikatekijä ja inflaatio huomioon ottaen vain murto-osa lunastushinnasta.

Nykyarvomenetelmän laskentakorkosidonnaisuus on varsin ilmeinen. Lisäksi eri nykyarvokomponenttien riskipitoisuudesta riippuen eri virtakomponenttien diskonttauksiin on käytetty erilaisia laskentakorkoja[2]. Näiden laskentakorkojen määrittelytavoissa esiintyy

---

1 Vrt. Bower (1976), s. 265-267.

2 Esimerkiksi Schall (1974), s. 1207.

kuitenkin erimielisyyksiä[1]. Niinpä tässä päädyttiin käyttämään yhtä laskentakorkoa, jolloin malli tuli tältäkin osin mahdollisimman yksinkertaiseksi[2].

Saatujen tulosten vertailu aikaisempiin tutkimuksiin on vaikeaa, koska leasingin ja oston vertailumalleja nimenomaan inflaatiota painottaen on kovin vähän[3]. Sitä vastoin inflaation huomioon ottamista yleensä nykyarvomenetelmässä on käsitelty runsaasti[4]. Kuitenkin inflaation sisällyttäminen vaihtoehtojen nykyarvoihin osoittautui varsin selväpiirteiseksi.

Mallin analysointi numeerisen tarkastelun osalta rajoittui varsinaisesti yhteen investointitilanteeseen, jossa vapausasteita jäi rahoitusrakenteen, verokannan, lainamuodon ja poistomenetelmän suhteen. Kuitenkin analyysin tulokset kiteyttävillä kuvioilla tai nomogrammeilla on myös yleisempää merkitystä. Yritysten käyttäessä leasingin ja oston vertailuun käsiteltyä nykyarvomallia nomogrammit voidaan laatia parametrien kiinnitysten jälkeen kuhunkin investointitilanteeseen soveltuvaksi.

---

1 Bower (1976), s. 265-267.

2 Näin myös Mao (1969), s. 325 ja Merret - Sykes (1974), s. 262.

3 Ainoan suoranaisesti inflaation vaikutuksia analysoivan lähteen löytää teoksesta Merret - Sykes, s. 260-263.

4 Esimerkiksi riittänee Foster (1970), s. 19-24.

SUMMARY: Analysis of Lease Financing under Inflation

The purpose of the study was to analyse the effects of inflation on the economic consequences and profitability ordering of the purchase and lease alternatives in financing investment in equipment. It was assumed that the potential purchase was either totally or partly debt financed. The effect on the profitability ranking that the structure of finance had became one of the main questions. The method that was used in the comparisons was based on present values after tax.

The present values were calculated using discrete flows and continuous discounting. Inflation was taken into account in that all flows in the model were treated in nominal prices, and the discount rate was defined on similar basis. The present values were expressed as the value of money at the time of decision making.

The lease payments coefficients are fixed even under inflationary conditions. Therefore the real value of the lease payments are the lower the higher the anticipated rate of inflation. The real NPV(L) of all lease payments was[1]

$$\text{(S.1)} \qquad NPV(L) = (1 - f)k \cdot C\sum_{t=1}^{n} e^{-(i+s)t} = (1 - f)kC\bar{a}_{\overline{n}|i+s} ,$$

where $i + s$ = the discount rate adjusted for inflation.

The buying alternative was partly or totally debt financed. Interest on debt capital is calculated in nominal terms, which is also the case with amortization. Therefore, the costs of debt service remain the same as in the non-inflationary case. Thus the real costs of debt service were reduced by inflation, which served to decrease the NPV(B). Depreciation was also calculated in nominal terms (which were fixed), which implied that the real value of depreciation tax shield decreased due to inflation.

---

1 The symbols are interpretated in Appendix 3.

The real NPV(B) could be written as

$$\text{(S.2)} \qquad NPV(B) = dC + \sum_{t=1}^{n}[K_t + (1 - f)I_t - fD_t]e^{-(i+s)t} .$$

Thus inflation was taken into account in the NPV(B) formula by raising the rate of discount by the rate of inflation. The NPV(B) formula was further specified by using different assumptions about the method of depreciation and the type of loan. The following depreciation methods were examined: declining balance method, straight line method and realization method. The types of loan were serial and annuity loans.

Section 3 contains a partial analysis of the lease vs. buy model. In particular, the tax rate and the structure of finance in purchase alternative were of special interest. In order to analyse the effects of taxation, the difference, G, between the present values of the lease and purchase alternatives were first determined as

$$\text{(S.3)} \qquad G = NPV(L) - NPV(B) ,$$

which gave the following choice criterion

$G > 0$,	select the buy alternative
$G = 0$,	choice is indifferent
$G < 0$,	select the lease alternative

The difference between the present values, G, was linearly dependent on the tax rate f and the partial derivative of G with respect to f was

$$\text{(S.4)} \qquad \frac{\partial G}{\partial f} = \sum_{t=1}^{n} (I_t + D_t - L_t)e^{-ti_s} ,$$

i.e. the partial derivative was the difference between the sum of the (real) present values of interest on debt capital and depreciation, and the (real) present value of lease payments. In the case $\partial G/\partial f < 0$, leasing became more profitable with increasing tax rate, while in the case $\partial G/\partial f > 0$ the purchase option was more profitable the higher the tax rate.

The partial derivative of G with respect to d (fraction of equity/income finance in the purchase price) was determined as

(S.5) $\frac{\partial G}{\partial d} = I^* + K^* - C$,

i.e. the difference between the (real) present value of the costs of debt service (when the magnitude of the loan was C and interest was calculated on an after tax basis), and the purchase price of the equipment. If the nominal rate of interest on debt capital was lower than the inflation adjusted discount rate, the (real) present value of costs of debt service was always less than the purchase price. Thus, the slope $\partial G/\partial d$ was negative, which implied that leasing became more profitable as the equity/income financed fraction of purchase price increased. It could also be noted that as inflation increased, $I^* + K^*$ in (S.5) decreased, and consequently the absolute value of $I^* + K^* - C$ became greater. Thus, when the expected rate of inflation was high, the value of G was more sensitive to variations in d than under conditions of stable prices or low inflation. The dependence of G on d was further analyzed by determining the present value difference as d = 0 and d = 1. Also the critical structure of finance, d_0, and the conditions for $0 \leq d_0 \leq 1$ were analytically determined.

In the numerical analysis of taxation and the structure of finance the following fixed values of parameters were used: purchase price 100,000 FIM, length of leasing period = loan period 5 years, nominal interest on debt capital 10 %, real discount rate 12 %, rate of depreciation under declining balance method 0.3, monthly lease payment coefficient 0.02345, equity/income financed fraction of purchase price 0, 0.35, 1, tax rate 0.55, rate of inflation $0 \leq s \leq 1$.

When the purchase was totally debt financed, the purchase alternative was always preferable, and, therefore, no critical tax rate, $0 \leq f_0 \leq 1$, existed. The strength of the effect of tax rate was dependent on the rate of inflation. Under straight line method of depreciation, this effect ($= |G(0) - G(1)| = |\partial G/\partial f|$) was strongest at a rate of inflation, which could be considered still tolerable. Under declining balance method of depreciation,

this effect became slowly weaker when the rate of inflation rose. It could also be noted that raising the tax rate reduced the profitability of the purchase alternative in absolute terms, i.e. $\partial G/\partial f < 0$.

As the purchase was partly or totally equity/income financed, the priority ranking was crucially dependent on the rate of inflation and the tax rate. If there was no inflation (s = 0), and also the tax rate was equal to zero, the buy alternative was preferable, more so if d was small than if it took higher values. As the tax rate increased (further s = 0), leasing improved in profitability the faster the higher d was. When low or moderate inflation was allowed for, the effect of taxation became weaker. The purchase alternative ceased to be the preferred one in the case of no taxes when inflation increased, i.e. $G(0) \to 0$ as $s \to s_0$. The higher the value of d, the sooner this critical rate of inflation, s_0, was met. For example, as d = 0.35, the corresponding s_0 was 15 %. If the expected rate of inflation was higher than this critical value s_0, leasing became the preferable choice. It could also be noted that as s approached s_0, the critical tax rate, f_0, approached zero. In the case of very high rates of inflation, leasing was always preferable to buying.

In analyzing the effects of the structure of finance it was first assumed, that the purchase alternative was completely debt financed. In this case purchase was always the preferred choice ($G(0) > 0$). The method of depreciation affected the magnitude of G(0): under straight line depreciation the difference in favour of buying was smallest, and under realization method largest. The type of loan affected the present value difference (G(0)) in that the latter was larger in the case of an annuity loan than when serial loan was used.

Leasing became more profitable when d, the equity/income financed fraction of the purchase price was increased. Using the assumed values for fixed parameters, a critical d-value could always be found. As the rate of inflation increased, the rate of change

$|\partial G/\partial d|$ also increased, which implied that the critical value, d_0, approached zero. Under straight line depreciation, the resulting d_0-value was clearly smallest.

The effect of d on the quantity $\partial G/\partial d$ was always negative. Increasing inflation strenghtened the effect of d. Choice of the loan type had a neglible impact on $\partial G/\partial d$ at all levels of inflation. Increasing inflation improved the profitability of leasing, which implied that in order to become the preferred alternative, purchase must be increasingly debt financed.

The lease vs. buy model did not include the scrap value of investment. This exclusion can be justified by the fact that in practice it is possible for the firm to buy the leased machine at the end of the lease period. If this takes place, the scrap values can be assumed to be equal in both alternatives, and do not therefore affect the difference between respective present values.

Defining the discount rates to be used in the calculations is an important question in the present value method. Different discount rates have been used in discounting flows with different degrees of riskiness attached to them in order to arrive at one single present value. The methods of determining these discount rates are, however, still controversial. For this reason, and for the sake of expositional clarity, it was considered justified to use one discount rate only in constructing the present model.

VIITATTU KIRJALLISUUS

Aho, Teemu — Investointilaskelmat. Käsikirjoitus kirjasta, joka ilmestyy vuoden 1982 alkupuolella W & G:n Ekonomia-sarjassa.

Aho, Teemu — The Effect of Inflation on the Minimum Required Return on Investment. Liiketaloudellinen Aikakauskirja 4-1979.

Beechy, Thomas H. — Quasi-Debt Analysis of Financial Leases. The Accounting Review. April 1969.

Beenhakker, Henri L. — Handbook for the Analysis of Capital Investments. Connecticut 1976.

Bierman, Harold Jr. - Smidt, Seymour — The Capital Budgeting Decision. New York 1975

Bower, Richard S. — Issues in Lease Financing. Modern Developments in Financial Management. Ed. by Stewart Myers. New York 1976.

Bower, R.S. - Herringer, F.C. - Williamson, J.P. — Lease Evaluation. Accounting Review. April 1966.

Foster, Earl M. — The Impact of Inflation on Capital Budgeting Decisions. The Quarterly Review of Economics and Business. Autumn 1970.

Harwood, Gordon B. - Hermanson, Roger H. — Lease - or - Buy Decisions. The Journal of Accountancy. September 1976.

Honko, Jaakko — Investointien suunnittelu ja tarkkailu. Porvoo 1973.

Honko, Jaakko - Virtanen, Kalervo — Teollisuusyritysten investointiprosessista Suomessa. Helsinki 1975.

Johnson, Robert W. - Lewellen, Wilbur G. — Analysis of the Lease - or - Buy Decision. Journal of Finance. September 1972.

Levy, Haim - Sarrat, Marshall — Leasing, Borrowing, and Financial Risk. Financial Management. Winter 1979.

Lewellen, Wilbur G. - Long, Michael S. - McConnell, John J. — Asset Leasing in Competitive Capital Markets. The Journal of Finance. June 1976.

Mao, James C.T. — Quantitative Analysis of Financial Decisions. New York 1969.

Merrett, A.J. - Sykes, Allan — The Finance and Analysis of Capital Projects. London 1974.

Mitchell, G.B. — After - Tax Cost of Leasing. The Accounting Review. April 1970.

Poensgen, O. - Straub, H. — Inflation and Investment Decisions. Management International Review 4/1976.

Reilly, Robert F. — A Cost of Funds Employed Method in Lease vs. Buy Analysis. Financial Executive. October 1980.

Roenfeldt, Rodney L. - Osteryoung, Jerome S. — Analysis of Financial Leases. Financial Management. Spring 1973.

Saario, Martti (I) — Poistojen pääoma-arvo ja oikea-aikaisuus. Yrityksen tulos, rahoitus ja verotus II. Artikkelikokoelma. Toim. Martti Saario. Helsinki 1969.

Saario, Martti (II) — Verottajan kuluosuuden tarkastelua. Yrityksen tulos, rahoitus ja verotus II. Artikkelikokoelma. Toim. Martti Saario. Helsinki 1969.

Schall, Lawrence D. — The Lease - or - Buy and Asset Acquisition Decisions. The Journal of Finance. September 1974.

Liite 1. Leasingmaksujen kuukausi- ja vuosikertoimet

Sopimuskauden pituus (v)	Koneen hankintahinta (1000 mk)		
	Vähintään 50	Väh. 30, alle 50	Väh. 14, alle 30
3	3.449	3.491	3.491
4	2.758	2.800	-
5	2.345	-	-
6	2.071	-	-

Taulukko 1. Leasingmaksujen kuukausikertoimet (= kuukausivuokrat prosentteina liikevaihtoverollisesta hankintahinnasta)[1]

Laskentakorkokanta	Sopimuskauden pituus (v)			
	3	4	5	6
0.05	42.509	33.992	28.902	25.525
0.06	42.733	34.172	29.055	25.660
0.07	42.957	34.351	29.207	25.794
0.08	43.181	34.530	29.359	25.929
0.09	43.406	34.709	29.512	26.063
0.10	43.630	34.889	29.664	26.198
0.11	43.854	35.068	29.817	26.333
0.12	44.078	35.247	29.969	26.467
0.13	44.302	35.426	30.121	26.602
0.14	44.527	35.606	30.274	26.737
0.15	44.751	35.785	30.426	26.871
0.16	44.975	35.964	30.579	27.006
0.17	45.199	36.144	30.731	27.140
0.18	45.423	36.323	30.884	27.275
0.19	45.647	36.502	31.036	27.410
0.20	45.872	36.681	31.188	27.544
0.21	46.096	36.861	31.341	27.679
0.22	46.320	37.040	31.493	27.813
0.23	46.544	37.219	31.646	27.948
0.24	46.768	37.398	31.798	28.083
0.25	46.993	37.578	31.951	28.217
0.26	47.217	37.757	32.103	28.352
0.27	47.441	37.936	32.255	28.487
0.28	47.665	38.116	32.408	28.621
0.29	47.889	38.295	32.560	28.756
0.30	48.114	38.474	32.713	28.890

Taulukko 2. Leasingmaksujen vuosikertoimet (prosentteina hankintahinnasta) vähintään 50.000 markan hankintahintaiselle koneelle (kuukausimaksujen laskentakorolla vuoden loppuun prolongoitu arvo)

1 1.4.1980 voimaan astuneen hinnaston mukaisesti, ks. Suomen Yritysrahoitus Oy: Leasing-rahoitus.

Liite 2. Korkomuunnokset maksuvirtojen eri kuvaustapojen välillä

Tarkastellaan seuraavassa kolmea erilaista tapaa kuvata maksuvirtoja ja laskea niiden nykyarvot: diskreetit virrat ja diskreetti diskonttaus, diskreetit virrat ja jatkuva diskonttaus, jatkuvat virrat ja jatkuva diskonttaus, ja osoitetaan, että kaikki kuvaustavat johtavat samaan nykyarvoon, mikäli diskonttauksessa käytettävä laskentakorkokanta valitaan sopivasti.

Tarkastellaan aluksi yhden, vuodelle t ajoittuvan maksun nykyarvon määritystä. Merkitään

k = maksun suuruus (mk/v)
i = laskentakorko, kun sekä maksu että diskonttaus oletetaan diskreeteiksi
i^+ = laskentakorko, kun maksu oletetaan diskreetiksi ja diskonttaus jatkuvaksi
i^* = laskentakorko, kun sekä maksu että diskonttaus oletetaan jatkuviksi.

Oletetaan edelleen diskreetin maksun suoritusajankohdaksi vuoden t loppu ja jatkuvan maksun suorituksen jakaantuvan tasaisena virtana koko kyseessä olevalle vuodelle. Nykyarvolausekkeeksi diskreetin maksun ja diskreetin diskonttauksen tapauksessa saadaan

$$\text{(L2.1)} \qquad NPV = k(1+i)^{-t}$$

sekä diskreetin maksun ja jatkuvan diskonttauksen tapauksessa

$$\text{(L2.2)} \qquad NPV^+ = ke^{-i^+t}.$$

Kun sekä maksu että diskonttaus kuvataan jatkuvina, saadaan nykyarvolauseke integroimalla

$$\text{(L2.3)} \qquad NPV^* = \int_{t-1}^{t} ke^{-i^*t}dt$$

$$= \Big/_{t-1}^{t} -\frac{k}{i^*}e^{-i^*t}$$

$$= \frac{k}{i^*}(e^{-i^*(t-1)} - e^{-i^*t})$$

$$= ke^{-i^*t}\frac{e^{i^*}-1}{i^*}.$$

Jotta kaikki kolme kuvaustapaa johtaisivat samaan lopputulokseen, ts. jotta toteutuisi

$$\text{(L2.4)} \qquad NPV = NPV^+ = NPV^*,$$

on oltava ensiksikin, vrt. (L2.1) ja (L2.2),

$$\text{(L2.5)} \qquad k(1+i)^{-t} = ke^{-i^+t}.$$

Tästä saadaan yhteys laskentakoroille i ja i^+

$$\text{(L2.6)} \qquad 1 + i = e^{i^+}$$

eli ratkaistuna

$$\text{(L2.7)} \qquad i = e^{i^+} - 1$$

tai

$$\text{(L2.8)} \qquad i^+ = \ln(1+i).$$

Yhtälöiden (L2.4) toteutuminen vaatii vielä, että on voimassa, vrt. (L2.1) ja L(2.3)

$$\text{(L2.9)} \qquad k(1+i)^{-t} = ke^{-i^*t}\frac{e^{i^*}-1}{i^*}.$$

Laskentakorkojen i ja i* välinen yhteys on näin

$$(L2.10) \quad 1 + i = e^{i^*}\left(\frac{i^*}{e^{i^*} - 1}\right)^{1/t}$$

eli ratkaistuna i:n suhteen

$$(L2.11) \quad i = e^{i^*}\left(\frac{i^*}{e^{i^*} - 1}\right)^{1/t} - 1.$$

Yhtälön (L2.10) ratkaisua i*:n suhteen, ts. lauseketta

$$(L2.12) \quad i^* = i^*(i, t)$$

sen sijaan ei voida esittää suljetussa muodosssa. Korkokannan i* arvo annetulla i:n arvolla voidaan kuitenkin määrätä numeerisesti, esimerkiksi iteroimalla, perusyhtälöstä (L2.10). Yhteys i^+:n ja i*:n välille saadaan yhdistämällä edellä olevat tulokset, esimerkiksi yhtälöt (L2.6) ja (L.2.10)

$$(L2.13) \quad e^{i^+} = e^{i^*}\left(\frac{i^*}{e^{i^*} - 1}\right)^{1/t}.$$

Tästä saadaan ratkaisemalla

$$(L2.14) \quad i^+ = i^* + \frac{1}{t}\ln\left(\frac{i^*}{e^{i^*} - 1}\right).$$

Funktiosuhdetta

$$(L2.15) \quad i^* = i^*(i^+, t)$$

ei nytkään pystytä esittämään eksplisiittisesti ratkaistussa muodossa. Numeerisesti muunnokset ovat kuitenkin nytkin mahdollisia.

Muunnoskaavoja (L2.7) ja (L2.8), (L2.11) ja (L2.12) sekä (L.2.14) ja (L2.15) tarkasteltaessa havaitaan, että siirryttäessä diskreetistä diskonttauksesta jatkuvaan tai päinvastoin virtakuvauksen säilyessä diskreettinä (muunnokset (L2.7) ja (L 2.8)), muunnos on pelkästään laskentakorkojen välinen. Virtakuvauksen sen

sijaan muuttuessa diskreetistä jatkuvaan tai päinvastoin muunnos riippuu myös maksun (maksuvirran) suoritusvuodesta t (muunnokset (L2.11) ja (L2.12) sekä (L2.14) ja (L2.15)).

Tarkastellaan numeroesimerkkinä vuonna t = 5 suoritettavan maksun k = 1000 mk (jatkuvana maksuvirtana k = 1000 mk/v) nykyarvon määritystä. Olettaen diskreetiksi laskentakoroksi i = 0.10 saadaan nykyarvoksi (L2.1):stä

$$(L2.16) \quad NPV = \frac{1000 \text{ mk}}{1.10^5} = 620{,}92 \text{ mk}.$$

Mikäli halutaan käyttää jatkuvaa diskonttausta, on (L2.8):n mukaisesti valittava

$$(L2.17) \quad i^+ = \ln 1.10 = 0.0953,$$

jolloin nykyarvoksi (L2.2):n mukaisesti tulee

$$(L2.18) \quad NPV^+ = 1000 \text{ mk} \cdot e^{-0.0953 \cdot 5} = 620{,}92 \text{ mk},$$

kuten pitääkin. Jatkuvan maksuvirran tapauksessa taas saadaan (L2.10):n ratkaisuna

$$(L2.19) \quad i^* = 0.106,$$

jota käyttäen nykyarvoksi (L2.3):sta tulee

$$(L2.20) \quad NPV^* = 1000\ e^{-0.106 \cdot 5}\ \frac{e^{0.106} - 1}{0.106} \text{ mk}$$

$$= 620{,}93 \text{ mk},$$

joka laskutarkkuuden puitteissa yhtyy aikaisempiin.

Tarkastellaan toiseksi usealle vuodelle ulottuvaa maksusarjaa. Esitetään tulokset vain vakiosuuruisina pysyville maksuille (esim. leasingmaksut, sarjalainan kuoletukset ja tasapoistot mallissa), muuttuvasuuruisille maksuille (esim. menojäännöspoistot, annuiteettilainan korot ja kuoletukset jne.) muunnoskaavojen johtaminen etenee analogisesti. Olkoon vuosimaksun suuruus k ja ulottukoot maksut vuosille 1 - n. Samoilla laskentakorko- ja nykyarvomerkinnöillä kuin edellä saadaan

$$\text{(L2.21)} \quad NPV = \sum_{t=1}^{n} k(1+i)^{-t} = k \sum_{t=1}^{n} (1+i)^{-t}$$

$$= k \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} = k a_{\overline{n}|i} ,$$

$$\text{(L2.22)} \quad NPV^+ = \sum_{t=1}^{n} k e^{-i^+ t} = k \sum_{t=1}^{n} e^{-i^+ t}$$

$$= k \frac{1 - e^{-ni^+}}{e^{i^+} - 1} = k\bar{a}_{\overline{n}|i^+} ,$$

$$\text{(L2.23)} \quad NPV^* = \int_0^n k e^{-i^* t} dt = -\frac{k}{i^*} \Big/_0^n e^{-i^* t}$$

$$= k \frac{1 - e^{-ni^*}}{i^*} = k\hat{a}_{\overline{n}|i^*} ,$$

missä $a_{\overline{n}|i}$, $\bar{a}_{\overline{n}|i^+}$ ja $\hat{a}_{\overline{n}|i^*}$ ovat asianomaiseen kuvaustapaan liittyvät diskonttaus- l. nykyarvotekijät. Niiden lausekkeet ovat yllä olevan mukaisesti

$$\text{(L2.24)} \quad a_{\overline{n}|i} = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} ,$$

$$\text{(L2.25)} \quad \bar{a}_{\overline{n}|i^+} = \frac{1 - e^{-ni^+}}{e^{i^+} - 1} ,$$

$$\text{(L2.26)} \quad \hat{a}_{\overline{n}|i^*} = \frac{1 - e^{-ni^*}}{i^*} .$$

Jotta kuvaustavat johtaisivat nytkin samaan nykyarvoon, on nykyarvotekijöillä oltava samat arvot. Tästä saadaan ehdot korkomuunnoksille. Laskentakoroille i ja i^+ saadaan (L2.24):stä ja (L2.25):stä

$$\text{(2.27)} \quad \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} = \frac{1 - e^{-ni^+}}{e^{i^+} - 1} ,$$

eli kirjoittamalla yhtälön vasen puoli toiseen muotoon saadaan edelleen

$$\text{(L2.28)} \quad \frac{1 - (1+i)^{-n}}{(1+i) - 1} = \frac{1 - e^{-ni^+}}{e^{i^+} - 1} .$$

Yhtälö (L2.28) on voimassa, mikäli toteutuu

$$\text{(L2.29)} \quad 1 + i = e^{i^+} ,$$

ts. muunnoskaavat ovat samat kuin yhden maksun tapauksessa, kaavat (L2.7) ja (L2.8). Muunnoskaavoja i:n ja i*:n tai i^+:n ja i*:n välillä ei saada lausutuksi ratkaistussa muodossa kumpaankaan suuntaan, numeerisesti muunnokset sen sijaan voidaan nytkin suorittaa yhtälöiden (L2.24) - (L2.26) perusteella. Korkomuunnokset riippuvat vuosien lukumäärästä n ja siten ne tarvitsee laskea joka kerta erikseen.

Liite 3. Symboliluettelo

Symboli	Merkitys	Yksikkö
$\bar{a}_{\overline{n}\rceil i}$	jaksollisten jälkikäteisten suoritusten diskonttaus- l. nykyarvotekijä, kun suoritusjaksoja on n ja laskentakorkokanta on i (diskreetit suoritukset, jatkuva korko)	-
$\bar{A}$	annuiteettilainan (vakio)vuosimaksu	mk
C	koneen hankintahinta	mk
$\bar{c}_{\overline{n}\rceil r}$	annuiteettilainan kuoletus- l. annuiteettitekijä, kun laina-aika on n vuotta ja lainan korkokanta on r (diskreetit maksut, jatkuva korko)	-
d	oman pääoman/tulorahoituksen osuus koneen hankintahinnasta ostovaihtoehdon tapauksessa	-
d_0	kriittinen rahoitusrakenne (omarahoitusosuus, jolla osto- ja leasingvaihtoehdot yhtä edulliset)	-
D_t	poisto vuonna t	mk
f	verokanta	-
f_0	kriittinen verokanta (verokanta, jolla osto- ja leasingvaihtoehdot yhtä edulliset)	-
G	leasing- ja ostovaihtoehtojen nykyarvoero	mk
i	reaalinen laskentakorkokanta (jatkuva korko)	1/v
i_s	inflaatiokorjattu l. nimellinen laskentakorkokanta (jatkuva korko) = i + s	1/v
I_t	korkomaksu vuonna t	mk
I*	korkomaksujen (verotuksen jälkeinen) nykyarvo C:n suuruiselle lainasummalle	mk
j	menojäännöspoiston poistosuhde	-
k	leasingmaksujen vuosikerroin	-
k'	leasingmaksujen kuukausikerroin	-
K_t	kuoletusmaksut vuonna t	mk
K*	kuoletusmaksujen nykyarvo C:n suuruiselle lainasummalle	mk
L_t	leasingmaksut vuonna t	mk
n	leasingkausien lukumäärä (= pitoaika)	v
NPV(B)	ostovaihtoehtoon liittyvien (verotuksen jälkeisten) maksujen nykyarvo	mk
NPV(D)	verottajan kuluosuuden suuruisten poisto-osuuksien nykyarvo	mk
NPV(I)	verottajan kuluosuudella vähennettyjen korkomaksujen nykyarvo	mk
NPV(K)	kuoletusmaksujen nykyarvo + omarahoitusosuus	mk
NPV(L)	verottajan kuluosuudella vähennettyjen leasingmaksujen nykyarvo	mk
r	lainan nimellinen korkokanta (jatkuva korko)	1/v
s	inflaatiovauhti (jatkuva)	1/v
s_0	kriittinen inflaatiovauhti	1/v
t	vuoden numero (alaindeksi)	-
t	diskonttausjakson pituus	v

APPENDIX 3. List of Symbols

Symbol	Interpretation	Unit
$\bar{a}_{\overline{n}\rceil i}$	discount or present value factor for discrete payments made at the end of the relevant period, where n is the number of periods and i the discount rate (discrete payments, continuous discounting)	-
$\bar{A}$	(constant) annuity of an annuity loan	FIM
C	purchase price of the equipment	FIM
$\bar{c}_{\overline{n}\rceil r}$	amortization or annuity factor for an annuity loan, where the loan period is n and r the loan interest rate (discrete payments, continuous discounting)	-
d	fraction of equity/income finance in the purchase price	-
d_0	critical d-value (which makes the lease and buy alternatives equally profitable)	-
D_t	depreciation in year t	FIM
f	income tax rate	-
f_0	critical tax rate (see discussion on d_0 above)	-
G	present value difference between the costs of lease and buy alternatives	FIM
i	real discount rate	$year^{-1}$
i_s	inflation adjusted or nominal discount rate = i+s	$year^{-1}$
I_t	interest payments in year t	FIM
I*	present value of interest payments after tax when the magnitude of the loan is C	FIM
j	rate of depreciation under the declining balance method	-
k	annual lease payment coefficient	-
k'	monthly lease payment coefficient	-
K_t	amortization in year t	FIM

Symbol	Interpretation	Unit
K*	present value of amortizations for a loan whose magnitude is C	FIM
L_t	lease payments in year t	FIM
n	number of lease periods	-
NPV(B)	present value of the costs of finance after tax under the purchase alternative	FIM
NPV(D)	present value of the depreciation tax shield	FIM
NPV(I)	present value of interest payments after tax	FIM
NPV(K)	present value of amortizations + finance from eguity/income sources	FIM
NPV(L)	present value of lease payments after tax	FIM
r	nominal rate of interest on debt capital	$year^{-1}$
s	rate of inflation (continuous)	$year^{-1}$
s_0	critical rate of inflation	$year^{-1}$
t	sub-index denoting the number of the year	-
t	length of the discounting period	year

Liite 4. Numeerisia tuloksia. Vertailukriteeriin G(f) liittyviä suureita

Taulukko 1. Omarahoitusosuus d = 0, sarjalaina, tasapoisto

s	∂G/∂f	G(0)	G(1)	f_0
0.00	-11172	11172	0	1
0.01	-11252	11252	0	1
0.02	-11321	11321	0	1
0.03	-11382	11382	0	1
0.04	-11434	11434	0	1
0.05	-11478	11478	0	1
0.06	-11514	11514	0	1
0.07	-11543	11543	0	1
0.08	-11566	11566	0	1
0.09	-11582	11582	0	1
0.10	-11593	11593	0	1
0.12	-11600	11600	0	1
0.14	-11587	11587	0	1
0.16	-11559	11559	0	1
0.18	-11518	11518	0	1
0.20	-11464	11464	0	1
0.30	-11074	11074	0	1
0.40	-10572	10572	0	1
0.50	-10035	10035	0	1
0.60	-9498	9498	0	1
0.70	-8979	8979	0	1
0.80	-8482	8482	0	1
0.90	-8010	8010	0	1
1.00	-7562	7562	0	1

Taulukko 2. Omarahoitusosuus d = 0, annuiteettilaina, tasapoisto

s	∂G/∂f	G(0)	G(1)	f_0
0.00	-9791	11464	1673	1.170
0.01	-9917	11679	1761	1.177
0.02	-10031	11875	1843	1.183
0.03	-10135	12054	1918	1.189
0.04	-10228	12217	1989	1.194
0.05	-10312	12366	2054	1.199
0.06	-10386	12501	2114	1.203
0.07	-10453	12622	2169	1.207
0.08	-10511	12731	2220	1.211
0.09	-10562	12829	2266	1.214
0.10	-10606	12916	2309	1.217
0.12	-10675	13059	2383	1.223
0.14	-10722	13165	2443	1.227
0.16	-10748	13240	2491	1.231
0.18	-10758	13286	2528	1.235
0.20	-10751	13308	2556	1.237
0.30	-10554	13135	2580	1.244
0.40	-10189	12673	2483	1.243
0.50	-9750	12075	2325	1.238
0.60	-9285	11425	2140	1.230
0.70	-8817	10766	1949	1.221
0.80	-8359	10123	1763	1.210
0.90	-7916	9505	1588	1.200
1.00	-7490	8917	1427	1.190

Taulukko 3. Omarahoitusosuus d = 0, sarjalaina, menojäännöspoisto

s	∂G/∂f	G(0)	G(1)	f_0
0.00	-9022	11172	2150	1.238
0.01	-8967	11252	2284	1.254
0.02	-8909	11321	2411	1.270
0.03	-8848	11382	2533	1.286
0.04	-8784	11434	2649	1.301
0.05	-8717	11478	2760	1.316
0.06	-8648	11514	2865	1.331
0.07	-8577	11543	2965	1.345
0.08	-8505	11566	3061	1.359
0.09	-8431	11582	3151	1.373
0.10	-8356	11593	3237	1.387
0.12	-8204	11600	3395	1.413
0.14	-8051	11587	3536	1.439
0.16	-7898	11559	3661	1.463
0.18	-7745	11518	3772	1.487
0.20	-7595	11464	3869	1.509
0.30	-6894	11074	4180	1.606
0.40	-6302	10572	4269	1.677
0.50	-5823	10035	4211	1.723
0.60	-5440	9498	4057	1.745
0.70	-5132	8979	3846	1.749
0.80	-4878	8482	3603	1.738
0.90	-4663	8010	3347	1.717
1.00	-4472	7562	3089	1.690

Taulukko 4. Omarahoitusosuus d = 0, annuiteettilaina, menojäännöspoisto

s	∂G/∂f	G(0)	G(1)	f_0
0.00	-7641	11465	3824	1.500
0.01	-7633	11679	4045	1.530
0.02	-7619	11875	4255	1.558
0.03	-7601	12054	4452	1.585
0.04	-7578	12217	4639	1.612
0.05	-7551	12366	4814	1.637
0.06	-7521	12501	4979	1.662
0.07	-7487	12622	5135	1.685
0.08	-7450	12731	5281	1.708
0.09	-7411	12829	5418	1.731
0.10	-7369	12916	5546	1.752
0.12	-7280	13059	5778	1.793
0.14	-7186	13165	5979	1.832
0.16	-7087	13240	6153	1.868
0.18	-6985	13286	6301	1.901
0.20	-6882	13308	6425	1.933
0.30	-6374	13135	6760	2.060
0.40	-5919	12673	6753	2.140
0.50	-5539	12075	6536	2.180
0.60	-5227	11425	6197	2.185
0.70	-4971	10766	5795	2.165
0.80	-4755	10123	5367	2.128
0.90	-4568	9505	4936	2.080
1.00	-4400	8917	4517	2.026

Taulukko 5. Omarahoitusosuus d = 0, sarjalaina, realisointipoisto

s	∂G/∂f	G(0)	G(1)	f_0
0.00	-9149	11172	2023	1.221
0.01	-8944	11252	2307	1.257
0.02	-8721	11321	2600	1.298
0.03	-8481	11382	2900	1.341
0.04	-8226	11434	3207	1.389
0.05	-7958	11478	3519	1.442
0.06	-7678	11514	3835	1.449
0.07	-7388	11543	4154	1.562
0.08	-7090	11566	4475	1.631
0.09	-6784	11582	4798	1.707
0.10	-6472	11593	5120	1.791
0.12	-5835	11600	5764	1.987
0.14	-5185	11587	6402	2.234
0.16	-4531	11559	7028	2.551
0.18	-3877	11518	7640	2.970
0.20	-3229	11464	8235	3.550
0.30	-191	11074	10882	57.715
0.40	2335	10572	12908	-4.526
0.50	4282	10035	14318	-2.343
0.60	5686	9498	15184	-1.670
0.70	6623	8979	15602	-1.355
0.80	7181	8482	15664	-1.181
0.90	7443	8010	15454	-1.076
1.00	7479	7562	15042	-1.011

Taulukko 6. Omarahoitusosuus d = 0, annuiteettilaina, realisointipoisto

s	∂G/∂f	G(0)	G(1)	f_0
0.00	-7768	11465	3697	1.475
0.01	-7610	11679	4068	1.534
0.02	-7431	11875	4443	1.597
0.03	-7234	12054	4819	1.666
0.04	-7020	12217	5196	1.740
0.05	-6792	12366	5573	1.820
0.06	-6551	12501	5949	1.908
0.07	-6298	12622	6324	2.004
0.08	-6035	12731	6696	2.109
0.09	-5764	12829	7065	2.225
0.10	-5485	12916	7430	2.354
0.12	-4911	13059	8148	2.659
0.14	-4320	13165	8845	3.047
0.16	-3720	13240	9520	3.558
0.18	-3117	13286	10169	4.262
0.20	-2516	13308	10791	5.288
0.30	328	13135	13463	-40.031
0.40	2718	12673	15391	-4.661
0.50	4567	12075	16643	-2.643
0.60	5899	11425	17324	-1.936
0.70	6784	10766	17551	-1.586
0.80	7304	10123	17427	-1.385
0.90	7537	9505	17042	-1.261
1.00	7551	8917	16469	-1.180

Taulukko 7. Omarahoitusosuus d = 0.35, sarjalaina, tasapoisto

s	∂G/∂f	G(0)	G(1)	f_0
0.00	-19069	9381	-10228	0.478
0.01	-19510	8609	-10900	0.441
0.02	-19405	7855	-11550	0.404
0.03	-19296	7118	-12177	0.368
0.04	-19183	6398	-12784	0.333
0.05	-19066	5696	-13370	0.298
0.06	-18946	5009	-13936	0.264
0.07	-18823	4338	-14484	0.230
0.08	-18698	3683	-15014	0.197
0.09	-18570	3044	-15526	0.163
0.10	-18441	2419	-16022	0.131
0.12	-18178	1212	-16966	0.066
0.14	-17910	60	-17850	0.003
0.16	-17639	-1039	-18678	-0.058
0.18	-17366	-2089	-19456	-0.120
0.20	-17094	-3091	-20186	-0.180
0.30	-15755	-7476	-23231	-0.474
0.40	-14505	-10994	-25498	-0.757
0.50	-13367	-13849	-27127	-1.036
0.60	-12345	-16197	-28542	-1.312
0.70	-11427	-18153	-29581	-1.588
0.80	-10601	-19807	-30408	-1.868
0.90	-9854	-21222	-31076	-2.153
1.00	-9173	-22448	-31622	-2.447

Taulukko 8. Omarahoitusosuus d = 0.35, annuiteettilaina, tasapoisto

s	∂G/∂f	G(0)	G(1)	f_0
0.00	-18712	9572	-9140	0.511
0.01	-18642	8887	-9755	0.476
0.02	-18566	8214	-10352	0.442
0.03	-18485	7555	-10930	0.408
0.04	-18399	6908	-11491	0.375
0.05	-18308	6273	-12035	0.342
0.06	-18213	5650	-12562	0.310
0.07	-18114	5040	-13074	0.278
0.08	-18012	4441	-13571	0.246
0.09	-17907	3854	-14053	0.215
0.10	-17800	3278	-14521	0.184
0.12	-17577	2160	-15417	0.122
0.14	-17347	1085	-16261	0.062
0.16	-17112	52	-17059	0.003
0.18	-16872	-939	-17812	-0.055
0.20	-16630	-1893	-18524	-0.113
0.30	-15417	-6136	-21553	-0.398
0.40	-14255	-9628	-23884	-0.675
0.50	-13182	-12523	-25706	-0.950
0.60	-12206	-14945	-27151	-1.224
0.70	-11322	-16991	-28314	-1.500
0.80	-10521	-18740	-29262	-1.781
0.90	-9792	-20250	-30043	-2.067
1.00	-9126	-21568	-30694	-2.363

Taulukko 9. Omarahoitusosuus d = 0.35, sarjalaina, menojäännöspoisto

s	∂G/∂f	G(0)	G(1)	f_0
0.00	-17459	9381	-8077	0.537
0.01	-17225	8609	-8616	0.499
0.02	-16993	7855	-9138	0.462
0.03	-16762	7118	-9643	0.424
0.04	-16533	6398	-10134	0.387
0.05	-16305	5696	-10609	0.349
0.06	-16080	5009	-11071	0.311
0.07	-15857	4338	-11518	0.273
0.08	-15637	3683	-11953	0.235
0.09	-15419	3044	-12375	0.197
0.10	-15204	2419	-12785	0.159
0.12	-14783	1212	-13571	0.081
0.14	-14374	60	-14313	0.004
0.16	-13977	-1039	-15017	-0.074
0.18	-13594	-2089	-15684	-0.153
0.20	-13224	-3091	-16316	-0.233
0.30	-11575	-7476	-19051	-0.645
0.40	-10234	-10994	-21229	-1.074
0.50	-9156	-13849	-23006	-1.512
0.60	-8287	-16197	-24485	-1.954
0.70	-7581	-18153	-25735	-2.394
0.80	-6997	-19807	-26804	-2.830
0.90	-6506	-21222	-27728	-3.261
1.00	-6083	-22448	-28532	-3.690

Taulukko 10. Omarahoitusosuus d = 0.35, annuiteettilaina, menojäännöspoisto

s	∂G/∂f	G(0)	G(1)	f_0
0.00	-16561	9572	-6989	0.577
0.01	-16358	8887	-7471	0.543
0.02	-16154	8214	-7940	0.508
0.03	-15951	7555	-8396	0.473
0.04	-15749	6908	-8841	0.438
0.05	-15548	6273	-9274	0.403
0.06	-15347	5650	-9696	0.368
0.07	-15148	5040	-10108	0.332
0.08	-14951	4441	-10510	0.297
0.09	-14756	3854	-10901	0.261
0.10	-14562	3278	-11284	0.225
0.12	-14182	2160	-12021	0.152
0.14	-13811	1085	-12725	0.078
0.16	-13450	52	-13397	0.003
0.18	-13100	-939	-14040	-0.071
0.20	-12761	-1893	-14655	-0.148
0.30	-11237	-6136	-17373	-0.546
0.40	-9985	-9628	-19614	-0.964
0.50	-8971	-12523	-21494	-1.395
0.60	-8148	-14945	-23093	-1.833
0.70	-7476	-16991	-24468	-2.272
0.80	-6917	-18740	-25658	-2.709
0.90	-6445	-20250	-26695	-3.142
1.00	-6036	-21568	-27604	-3.573

Taulukko 11. Omarahoitusosuus d = 0.35, sarjalaina, realisointipoisto

s	∂G/∂f	G(0)	G(1)	f_0
0.00	-17586	9381	-8204	0.533
0.01	-17202	8609	-8593	0.500
0.02	-16805	7855	-8950	0.467
0.03	-16395	7118	-9277	0.434
0.04	-15975	6398	-9576	0.400
0.05	-15546	5696	-9850	0.366
0.06	-15110	5009	-10101	0.331
0.07	-14669	4338	-10330	0.295
0.08	-14222	3683	-10538	0.259
0.09	-13772	3044	-10728	0.221
0.10	-13320	2419	-10901	0.181
0.12	-12413	1212	-11201	0.097
0.14	-11508	60	-11448	0.005
0.16	-10610	-1039	-11650	-0.097
0.18	-9726	-2089	-11815	-0.214
0.20	-8858	-3091	-11950	-0.349
0.30	-4872	-7476	-12348	-1.534
0.40	-1596	-10994	-12590	-6.887
0.50	950	-13849	-12899	14.573
0.60	2839	-16197	-13358	5.704
0.70	4174	-18153	-13979	4.348
0.80	5062	-19807	-14744	3.912
0.90	5599	-21222	-15622	3.789
1.00	5868	-22448	-16580	3.825

Taulukko 12. Omarahoitusosuus d = 0.35, annuiteettilaina, realisointipoisto

s	∂G/∂f	G(0)	G(1)	f_0
0.00	-16688	9572	-7116	0.573
0.01	-16335	8887	-7448	0.544
0.02	-15966	8214	-7751	0.514
0.03	-15585	7555	-8029	0.484
0.04	-15191	6908	-8283	0.454
0.05	-14789	6273	-8515	0.424
0.06	-14378	5650	-8727	0.393
0.07	-13960	5040	-8919	0.361
0.08	-13537	4441	-9095	0.328
0.09	-13109	3854	-9255	0.294
0.10	-12679	3278	-9400	0.258
0.12	-11812	2160	-9652	0.182
0.14	-10945	1085	-9859	0.099
0.16	-10083	52	-10030	0.005
0.18	-9232	-939	-10171	-0.101
0.20	-8395	-1893	-10289	-0.225
0.30	-4534	-6136	-10671	-1.353
0.40	-1347	-9628	-10976	-7.146
0.50	1135	-12523	-11388	11.030
0.60	2977	-14945	-11967	5.018
0.70	4279	-16991	-12712	3.970
0.80	5142	-18740	-13598	3.644
0.90	5661	-20250	-14589	3.577
1.00	5915	-21568	-15652	3.645

Taulukko 13. Omarahoitusosuus d = 1, sarjalaina, tasapoisto

s	∂G/∂d	G(0)	G(1)	f_0
0.00	-35278	6055	-29223	0.171
0.01	-34846	3701	-31144	0.106
0.02	-34417	1417	-33000	0.041
0.03	-33993	-799	-34793	-0.023
0.04	-33573	-2952	-36526	-0.087
0.05	-33159	-5041	-38200	-0.152
0.06	-32749	-7070	-39819	-0.215
0.07	-32344	-9040	-41384	-0.279
0.08	-31943	-10954	-42898	-0.342
0.09	-31548	-12813	-44362	-0.406
0.10	-31159	-14619	-45778	-0.469
0.12	-30395	-18079	-48474	-0.594
0.14	-29652	-21348	-51000	-0.719
0.16	-28930	-24438	-53368	-0.844
0.18	-28228	-27360	-55589	-0.969
0.20	-27548	-30125	-57674	-1.093
0.30	-24448	-41926	-66375	-1.714
0.40	-21806	-51046	-72853	-2.340
0.50	-19556	-58207	-77764	-2.976
0.60	-17632	-63918	-81550	-3.625
0.70	-15975	-68543	-84519	-4.290
0.80	-14536	-72345	-86881	-4.976
0.90	-13277	-75512	-88789	-5.687
1.00	-12164	-78185	-90349	-6.427

Taulukko 14. Omarahoitus, d = 1, annuiteettilaina, tasapoisto

s	∂G/∂d	G(0)	G(1)	f_0
0.00	-35278	6055	-29223	0.171
0.01	-34846	3701	-31144	0.106
0.02	-34417	1417	-33000	0.041
0.03	-33993	-799	-34793	-0.023
0.04	-33573	-2952	-36526	-0.087
0.05	-33159	-5041	-38200	-0.152
0.06	-32749	-7070	-39819	-0.215
0.07	-32344	-9040	-41384	-0.279
0.08	-31943	-10954	-42898	-0.342
0.09	-31548	-12813	-44362	-0.406
0.10	-31159	-14619	-45778	-0.469
0.12	-30395	-18079	-48474	-0.594
0.14	-29652	-21348	-51000	-0.719
0.16	-28930	-24438	-53368	-0.844
0.18	-28228	-27360	-55589	-0.969
0.20	-27548	-30125	-57674	-1.093
0.30	-24448	-41926	-66375	-1.714
0.40	-21806	-51046	-72853	-2.340
0.50	-19556	-58207	-77764	-2.976
0.60	-17632	-63918	-81550	-3.625
0.70	-15975	-68543	-84519	-4.290
0.80	-14536	-72345	-86881	-4.976
0.90	-13277	-75512	-88789	-5.687
1.00	-12164	-78185	-90349	-6.427

Taulukko 15. Omarahoitusosuus d = 1, sarjalaina, menojäännöspoisto

s	∂G/∂f	G(0)	G(1)	f_0
0.00	-33128	6055	-27073	0.182
0.01	-32561	3701	-28860	0.113
0.02	-32005	1417	-30588	0.044
0.03	-31459	-799	-32259	-0.025
0.04	-30924	-2952	-33876	-0.095
0.05	-30398	-5041	-35440	-0.165
0.06	-29883	-7070	-36953	-0.236
0.07	-29378	-9040	-38418	-0.307
0.08	-28882	-10954	-39837	-0.379
0.09	-28397	-12813	-41211	-0.451
0.10	-27921	-14619	-42541	-0.523
0.12	-26999	-18079	-45079	-0.669
0.14	-26115	-21348	-47464	-0.817
0.16	-25268	-24438	-49706	-0.967
0.18	-24456	-27360	-51817	-1.118
0.20	-23679	-30125	-53805	-1.272
0.30	-20268	-41926	-62194	-2.068
0.40	-17537	-51046	-68583	-2.910
0.50	-15345	-58207	-73552	-3.793
0.60	-13574	-63918	-77493	-4.708
0.70	-12128	-68543	-80672	-5.651
0.80	-10932	-72345	-83277	-6.617
0.90	-9929	-75512	-85441	-7.604
1.00	-9074	-78185	-87259	-8.615

Taulukko 16. Omarahoitusosuus d = 1, annuiteettilaina, menojäännöspoisto

s	∂G/∂f	G(0)	G(1)	f_0
0.00	-33128	6055	-27073	0.182
0.01	-32561	3701	-28860	0.113
0.02	-32005	1417	-30588	0.044
0.03	-31459	-799	-32259	-0.025
0.04	-30924	-2952	-33876	-0.095
0.05	-30398	-5041	-35440	-0.165
0.06	-29883	-7070	-36953	-0.236
0.07	-29378	-9040	-38418	-0.307
0.08	-28882	-10954	-39837	-0.379
0.09	-28397	-12813	-41211	-0.451
0.10	-27921	-14619	-42541	-0.523
0.12	-26999	-18079	-45079	-0.669
0.14	-26115	-21348	-47464	-0.817
0.16	-25268	-24438	-49706	-0.967
0.18	-24456	-27360	-51817	-1.118
0.20	-23679	-30125	-53805	-1.272
0.30	-20268	-41926	-62194	-2.068
0.40	-17537	-51046	-68583	-2.910
0.50	-15345	-58207	-73552	-3.793
0.60	-13574	-63918	-77493	-4.708
0.70	-12128	-68543	-80672	-5.651
0.80	-10932	-72345	-83277	-6.617
0.90	-9929	-75512	-85441	-7.604
1.00	-9074	-78185	-87259	-8.615

Taulukko 17. Omarahoitusosuus d = 1, sarjalaina, realisointipoisto

s	∂G/∂f	G(0)	G(1)	f_0
0.00	-33255	6055	-27200	0.182
0.01	-32538	3701	-28837	0.113
0.02	-31817	1417	-30400	0.044
0.03	-31092	-799	-31892	-0.025
0.04	-30366	-2952	-33318	-0.097
0.05	-29639	-5041	-34681	-0.170
0.06	-28913	-7070	-35984	-0.244
0.07	-28189	-9040	-37230	-0.320
0.08	-27468	-10954	-38422	-0.398
0.09	-26750	-12813	-39564	-0.478
0.10	-26038	-14619	-40657	-0.561
0.12	-24630	-18079	-42710	-0.734
0.14	-23249	-21348	-44598	-0.918
0.16	-21901	-24438	-46339	-1.115
0.18	-20588	-27360	-47948	-1.328
0.20	-19313	-30125	-49439	-1.559
0.30	-13565	-41926	-55492	-3.090
0.40	-8898	-51046	-59945	-5.736
0.50	-5238	-58207	-63446	-11.110
0.60	-2447	-63918	-66366	-26.111
0.70	-373	-68543	-68916	-183.612
0.80	1127	-72345	-71217	64.174
0.90	2176	-75512	-73335	34.688
1.00	2877	-78185	-75307	27.173

Taulukko 18. Omarahoitusosuus d = 1, annuiteettilaina, realisointipoisto

s	∂G/∂f	G(0)	G(1)	f_0
0.00	-33255	6055	-27200	0.182
0.01	-32538	3701	-28837	0.113
0.02	-31817	1417	-30400	0.044
0.03	-31092	-799	-31892	-0.025
0.04	-30366	-2952	-33318	-0.097
0.05	-29639	-5041	-34681	-0.170
0.06	-28913	-7070	-35984	-0.244
0.07	-28189	-9040	-37230	-0.320
0.08	-27468	-10954	-38422	-0.398
0.09	-26750	-12813	-39564	-0.478
0.10	-26038	-14619	-40657	-0.561
0.12	-24630	-18079	-42710	-0.734
0.14	-23249	-21348	-44598	-0.918
0.16	-21901	-24438	-46339	-1.115
0.18	-20588	-27360	-47948	-1.328
0.20	-19313	-30125	-49439	-1.559
0.30	-13565	-41926	-55492	-3.090
0.40	-8898	-51046	-59945	-5.736
0.50	-5238	-58207	-63446	-11.110
0.60	-2447	-63918	-66366	-26.111
0.70	-373	-68543	-68916	-183.612
0.80	1127	-72345	-71217	64.174
0.90	2176	-75512	-73335	34.688
1.00	2877	-78185	-75307	27.173

Liite 5. Numeerisia tuloksia. Vertailukriteeriin G(d) liittyviä suureita

Taulukko 1. Sarjalaina, tasapoisto

s	∂G/∂d	G(0)	G(1)	d_0
0.00	-18375	5027	-13348	0.273
0.01	-20527	5063	-15463	0.246
0.02	-22607	5094	-17512	0.225
0.03	-24618	5122	-19496	0.208
0.04	-26563	5145	-21417	0.193
0.05	-28444	5165	-23279	0.181
0.06	-30264	5181	-25082	0.171
0.07	-32024	5194	-26830	0.162
0.08	-33728	5204	-28523	0.154
0.09	-35377	5212	-30165	0.147
0.10	-36974	5217	-31757	0.141
0.12	-40017	5220	-34797	0.130
0.14	-42871	5214	-37657	0.121
0.16	-45551	5201	-40349	0.114
0.18	-48069	5183	-42886	0.107
0.20	-50436	5159	-45227	0.102
0.30	-60356	4983	-55373	0.082
0.40	-67798	4757	-63040	0.070
0.50	-73479	4515	-68963	0.061
0.60	-77890	4274	-73616	0.054
0.70	-81370	4040	-77330	0.049
0.80	-84157	3817	-80340	0.045
0.90	-86419	3604	-82814	0.041
1.00	-88279	3403	-84875	0.038

Taulukko 2. Annuiteettilaina, tasapoisto

s	∂G/∂d	G(0)	G(1)	d_0
0.00	-19428	6080	-13348	0.312
0.01	-21688	6224	-15463	0.286
0.02	-23870	6357	-17512	0.266
0.03	-25976	6479	-19496	0.249
0.04	-28009	6592	-21417	0.235
0.05	-29973	6694	-23279	0.223
0.06	-31870	6788	-25082	0.212
0.07	-33703	6873	-26830	0.203
0.08	-35474	6950	-28523	0.195
0.09	-37185	7019	-30165	0.188
0.10	-38839	7082	-31757	0.182
0.12	-41984	7187	-34797	0.171
0.14	-44925	7268	-37657	0.161
0.16	-47678	7328	-40349	0.153
0.18	-50256	7369	-42886	0.146
0.20	-52672	7394	-45277	0.140
0.30	-62703	7330	-55373	0.116
0.40	-70109	7069	-63040	0.100
0.50	-75676	6712	-68963	0.088
0.60	-79934	6318	-73616	0.079
0.70	-83247	5917	-77330	0.071
0.80	-85865	5525	-80340	0.064
0.90	-87966	5151	-82814	0.058
1.00	-89674	4798	-84875	0.053

Taulukko 3. Sarjalaina, menojäännöspoisto

s	∂G/∂d	G(0)	G(1)	d_0
0.00	-18375	6210	-12165	0.337
0.01	-20527	6319	-14207	0.307
0.02	-22607	6421	-16185	0.284
0.03	-24618	6515	-18102	0.264
0.04	-26563	6602	-19960	0.248
0.05	-28444	6683	-21760	0.234
0.06	-30264	6757	-23506	0.223
0.07	-32024	6825	-25198	0.213
0.08	-35377	6945	-26840	0.196
0.09	-35377	6945	-28432	0.196
0.10	-36974	6997	-29976	0.189
0.12	-40017	7087	-32929	0.177
0.14	-42871	7159	-35712	0.166
0.16	-45551	7215	-38335	0.158
0.18	-48069	7257	-40811	0.150
0.20	-50436	7287	-43149	0.144
0.30	-60356	7282	-53074	0.120
0.40	-67798	7105	-60692	0.104
0.50	-73479	6831	-66647	0.092
0.60	-77890	6506	-71384	0.083
0.70	-81370	6156	-75214	0.075
0.80	-84157	5799	-78358	0.068
0.90	-86419	5446	-80973	0.063
1.00	-88279	5102	-83176	0.057

Taulukko 4. Annuiteettilaina, menojäännöspoisto

s	∂G/∂d	G(0)	G(1)	d_0
0.00	-19428	7262	-12165	0.373
0.01	-21688	7480	-14207	0.344
0.02	-23870	7684	-16185	0.321
0.03	-25976	7873	-18102	0.303
0.04	-28009	8049	-19960	0.287
0.05	-29973	8212	-21760	0.274
0.06	-31870	8364	-23506	0.262
0.07	-33703	8504	-25198	0.252
0.08	-35474	8634	-26840	0.243
0.09	-37185	8753	-28432	0.235
0.10	-38839	8862	-29976	0.228
0.12	-41984	9054	-32929	0.215
0.14	-44925	9213	-35712	0.205
0.16	-47678	9342	-38335	0.195
0.18	-50256	9444	-40811	0.187
0.20	-52672	9522	-43149	0.180
0.30	-62703	9629	-53074	0.153
0.40	-70109	9417	-60692	0.134
0.50	-75676	9028	-66647	0.119
0.60	-79934	8550	-71384	0.106
0.70	-83247	8032	-75214	0.096
0.80	-85865	7507	-78358	0.087
0.90	-87966	6992	-80973	0.079
1.00	-89674	6497	-83176	0.072

Taulukko 5. Sarjalaina, realisointipoisto

s	∂G/∂d	G(0)	G(1)	d_0
0.00	-18375	6140	-12235	0.334
0.01	-20527	6332	-14194	0.308
0.02	-22607	6524	-16082	0.288
0.03	-24618	6717	-17900	0.272
0.04	-26563	6909	-19653	0.260
0.05	-28444	7100	-21343	0.249
0.06	-30264	7291	-22972	0.240
0.07	-32024	7479	-24545	0.233
0.08	-33728	7666	-26062	0.227
0.09	-35377	7851	-27526	0.221
0.10	-36974	8033	-28940	0.217
0.12	-40017	8390	-31626	0.209
0.14	-42871	8735	-34136	0.203
0.16	-45551	9067	-36484	0.199
0.18	-48069	9385	-38684	0.195
0.20	-50436	9688	-40748	0.192
0.30	-60356	10968	-49388	0.181
0.40	-67798	11857	-55941	0.174
0.50	-73479	12390	-61088	0.168
0.60	-77890	12625	-65264	0.162
0.70	-81370	12621	-68748	0.155
0.80	-84157	12432	-71725	0.147
0.90	-86419	12104	-74315	0.140
1.00	-88279	11676	-76602	0.132

Taulukko 6. Annuiteettilaina, realisointipoisto

s	∂G/∂d	G(0)	G(1)	d_0
0.00	-19428	7192	-12235	0.370
0.01	-21688	7493	-14194	0.345
0.02	-23870	7787	-16082	0.326
0.03	-25976	8075	-17900	0.310
0.04	-28009	8356	-19653	0.298
0.05	-29973	8630	-21343	0.287
0.06	-31870	8897	-22972	0.279
0.07	-33703	9158	-24545	0.271
0.08	-35474	9412	-26062	0.265
0.09	-37185	9659	-27526	0.259
0.10	-38839	9898	-28940	0.254
0.12	-41984	10358	-31626	0.246
0.14	-44925	10789	-34136	0.240
0.16	-47678	11194	-36484	0.234
0.18	-50256	11572	-38684	0.230
0.20	-52672	11924	-40748	0.226
0.30	-62703	13315	-49388	0.212
0.40	-70109	14168	-55941	0.202
0.50	-75676	14587	-61088	0.192
0.60	-79934	14669	-65264	0.183
0.70	-83247	14498	-68748	0.174
0.80	-85865	14140	-71725	0.164
0.90	-87966	13650	-74315	0.155
1.00	-89674	13071	-76602	0.145