

INFLAATION VAIKUTUS KONEEN  
OPTIMAALISEEN PITOAIKAAN

Professori  
Ilkka Virtanen  
Vaasan korkeakoulu

Helsingin yliopiston Lahden tutkimus- ja koulutus-  
keskuksen Lammilla 9.-11.1.1984 järjestämällä Teolli-  
suusmatematiikan päivillä pidetyn esitelmän tiivistelmä.

## 1. Kysymyksenasettelu

Koneen edullisimman pitoajan määrittäminen on tyypillinen optimointiongelma, jossa vähintään kaksi kustannuslajia kehittyy erisuuntaisesti ajan funktiona. Koneen käyttö- ja ylläpitokustannukset yleensä kohoavat ajan mukana. Vastaavasti koneen vuotuiset pääomakustannukset (korot ja poistot) tulevat sitä pienemmiksi, mitä kauemmin konetta pidetään käytössä. Kolmas tekijä, joka vaikuttaa koneen pitoaikaan, on koneen jäännösarvo. Sen kehitys on tavallisesti ajan suhteen laskeva. Ikääntyvän koneen suorituskyvyn mahdollisella heikkenemisellä ja mm. tästä aiheutuvalla nettotulojen muutoksella saattaa niinkään olla vaikutusta edullisimman pitoajan määräytymiseen.

Kirjallisuudessa on esitetty suuri määrä erilaisia pitoaikamalleja. Yleisimpinä pitoajan optimointikriteereinä on käytetty keskimääräisten vuosikustannusten minimointia ja kokonaiskustannusten nykyarvon minimointia. Pitoaikamallit eroavat toisistaan lähinnä seuraavissa suhteissa

- korvausketju / yksittäisen koneen edullisin pitoaika,
- kustannukset stokastisia / deterministisiä,
- teknologian ja tuottavuuden kehityksen huomiotta jättäminen / sisällyttäminen malliin,
- tarkastelu ilman veroja / verotus huomioon ottaen.

Inflaation vaikutusta koneen edullisimpaan pitoaikaan ei ole juurikaan analysoitu. Ainoa merkittävämpi asiaa sivuva tutkimus on Poensgenin ja Straubin. Heidän tärkein tuloksensa tältä osin oli se, että inflaatio pidentää koneen edullisinta pitoaikaa. Sen vaikutuksen voimakkuutta ei kuitenkaan analysoitu tarkemmin. Johtopäätöksen perustana oli niinkään yksittäinen numeroesimerkki.

Nyt esillä oleva alustus pohjautuu tekijän ja prof. Teemu Ahon (Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu) yhteiseen

tutkimukseen. Tässä tutkimuksessa on pyritty analysoimaan toisaalta aikaisempaa yleisemmissä puitteissa ja toisaalta aikaisempaa yksityiskohtaisemmin inflaation vaikutusta koneen edullisimpaan pitoaikaan. Tarkastelun pohjaksi kehitettiin nykyarvomalli, jonka sekä numeerisiin että jossain määrin myös analyttisiin tuloksiin tehtävät johtopäätökset perustetaan.

## 2. Malli

Muodostettava malli perustuu yhden konetyypin korvausketjuun ja sen pohjalta määriteltävään edullisimpaan pitoaikaan (=koneen optimaaliseen uusimisväliin ketjussa). Suunnitteluhorisontti on ääretön. Teknologian kehitystä ei sisällytetä tähän malliversioon, joten uusien koneiden suorituskyky on sama kuin alunperin käytössä olevan koneen. Diskonttauksissa käytetään positiivista laskentakorkoa, joka pysyy reaalisesti vakiona. Inflaatio oletetaan vuosittain vakioksi ja suhteellisten hintojen muutoksia ei oleteta tapahtuvaksi malliin sisältyvien tekijöiden osalta (yleinen ja yhtäläinen inflaatio). Koneen vuotuinen käyttökatevaikutus oletetaan reaalisesti vakioksi, jolloin malli voidaan muodostaa kustannusten minimointiin perustuvaksi. Koneen käyttö- ja ylläpitokustannukset oletetaan ajan mukana reaalisesti kasvaviksi ja koneen jäännösarvo vastaavasti väheneväksi. Koneen korvausinvestoinnin rahoittamisessa ei esiinny rahoitusrajoitetta.

Analysoitavan nykyarvomallin lopullinen muoto on

$$PVCH_n(s) = \frac{Cn|i}{i} \left\{ I + (1-f) \sum_{t=1}^n \frac{O_t}{(1+i)^t} - f \left[ \sum_{t=1}^n \frac{D_t}{(1+i)^t(1+s)^t} + \frac{B_n}{(1+i)^n(1+s)^n} \right] - (1-f) \frac{S_n}{(1+i)^n} \right\}$$

missä  $PVCH_n$  = koneketjun kokonaiskustannusten nykyarvo korvausajankohdan ollessa  $n$  vuoden välein

$I$  = koneen hankintahinta,  
 $O_t$  = koneen käyttö- ja ylläpitokustannukset vuonna  $t$ ,  
 $t = 1, 2, 3, \dots, n$ ,  
 $f$  = veroaste,  
 $i$  = laskentakorkokanta (100*i* %),  
 $D_t$  = koneen poisto vuonna  $t$ ,  $t = 1, 2, 3, \dots, n$ ,  
 $S_n$  = koneen jäännösarvo pitoajan  $n$  lopussa,  
 $B_n$  = koneen kirjanpitoarvo pitoajan lopussa:

$$B_n = I - \sum_{t=1}^n D_t,$$

$n$  = koneen pitoaika  
 $s$  = inflaatiouvauhti (100*s* %)  
 $C_n | i$  = annuiteettitekijä.

### 3. Tuloksia ja johtopäätöksiä

Mallin tuloksena saadaan ensinnäkin, että korvausketjun yhteenslaskettu nykyarvo kohoaa kaikilla pitoajoilla inflaation kohotessa. Edelleen voidaan todeta, että samalla kun inflaation kohotessa PVCH<sub>n</sub>-käyrät siirtyvät yhä ylemmäs (inflaatio kasvattaa kokonaiskustannusten nykyarvoa), käyrien minimikohdat siirtyvät ajan suhteen etäämmälle (pienimmät kokonaiskustannukset tuottava pitoaika kasvaa). Inflaatio siis pidentää koneen edullisinta pitoaikaa. Esimerkiksi tietyillä parametrien arvoilla edullisimmaksi pitoajaksi saadaan 11 vuotta vakaan rahanarvon tilanteessa, eli kone kannattaa korvata uudella aina 11 vuoden välein. Inflaatiotasolla  $s = 10$  % kokonaiskustannusten nykyarvon minimoivaksi pitoajaksi tulee 13 vuotta, ts. 10 %:n inflaatio pidentää edullisinta pitoaikaa 2 vuodella. Inflaation kohoaminen 10 %:sta 20 %:iin pidentää edullisinta pitoaikaa vielä yhdellä vuodella eli 14 vuoteen.

Poistosuhteen  $j$  merkityksestä voidaan todeta, että inflaation vaikutus säilyy laadullisesti samanlaisena. Määrällisesti sen sijaan  $j$ :n kasvaessa inflaation vaikutus heikkenee. Tämä näkyy sekä kustannusfunktion arvon muutoksissa että pitoajan muutoksissa. Esim. koko inves-

toinnin kertapoiston tapauksessa (muut parametrit kuten edellä) edullisin pitoaika vakaan rahanarvon tapauksessa on 10 vuotta. 10 %:n inflaatiotasolla se on edelleen sama ja vasta 15 %:n inflaatiotasolla se pitenee yhdellä vuodela eli 11 vuoteen.

Myös verokannan suuruudella on selvä vaikutuksensa optimipitoajan inflaationriippuvuuteen siten, että alhaisilla verokannoilla inflaation pitoaikaa pidentävä vaikutus tulee vähäisemmäksi kuin korkeilla verokannoilla. Verokannalla on niinkään selvä oma vaikutuksensa. Verokannan kohoaminen alentaa kokonaiskustannusten nykyarvoa kaikilla pitoajoilla. Inflaatiovauhdin ollessa annettu verokannan kohoaminen pidentää koneen edullisinta pitoaikaa. Edelleen on todettavissa, että verottomassa tilanteessa koneelle tulee inflaatiosta riippumaton edullisin pitoaika. Tämä johtuu siitä, että inflaation koneen edullisinta pitoaikaa pidentävä vaikutus toteutuu vain verotuksen kautta.

Yhteenvedona voidaan todeta, että tarkastelun kohteeksi valitulla muuttujalla (inflaatiovauhti  $s$ ) on positiivisen verokannan ( $f > 0$ ) tapauksessa edullisinta pitoaikaa pidentävä vaikutus. Tämä vaikutus vahvistuu verokannan kasvaessa, näillä tekijöillä on ilmeinen yhteisvaikutus. Verokannalla  $f$  (toinen varioitavista parametreista) on tämän yhteisvaikutuksen lisäksi oma, inflaatiosta riippumaton pitoaikaa pidentävä vaikutuksensa (verokannan kasvu pidentää edullisinta pitoaikaa myös vakaan rahanarvon tilanteessa). Toisella varoittavalla parametrilla, poistosuhteella  $j$ , on edellisiä huomattavasti vähäisempi vaikutus. Poistosuhteen kasvu (siirtyminen yhä etupainotteisempiin poistoihin) heikentää jossain määrin kahden muun tarkasteltavan tekijän vaikutusta.

#### Lähteet:

- Aho, T. - Inflaation vaikutuksesta koneen edullisimpaan pitoaikaan. Ilmestyy Liiketaloudellisen Aikakauskirjan numerossa 1-1984.  
 Virtanen, I.
- Poensgen, O. - Inflation and Investment Decisions.  
 - Straub, H. Management International Review 4/1976.