

HELSINGIN KAUPPAKORKEAKOULU



RISKIENHALLINTA YRITYKSEN JOHDON NÄKÖKULMASTA

Helsingin
Kauppakorkeakoulun
Kirjasto

7654

Liikkeenjohdon systeemien
pro gradu-tutkielma
Elina Yrjönen, 22297-0
kevät 1999

Kansantaloustieteen _____ laitoksen
laitosneuvoston kokouksessa 30 / 3 1999 hyväksytty
arvosanalla magna cum laude approbatur (80 p.)
professori Markku Kallio _____ ma professori Merja Halme _____

RISKIENHALLINTA YRITYKSEN JOHDON NÄKÖKULMASTA

Tavoite

Tutkielmassa tarkastellaan riskejä ja riskienhallintaa yrityksen johdon näkökulmasta. Tavoitteena on riskin ja riskienhallinnan määritelmien lisäksi käydä läpi päätöksenteon ja riskienhallinnan sekä teoriaa että käytäntöä. Lisäksi esitellään esimerkkitapausten avulla stokastista optimointia yhtenä riskipäätöksenteon lähestymistapana.

Tutkimusaineisto ja -tapa

Riskien ja riskienhallinnan määritelmiä ja päätöksentekoa tukevia malleja käydään läpi kirjallisuuden pohjalta. Yritysjohtajien haastatteluilla UPM-Kymmene Oy:ssä ja Neste Oy:ssä pyrittiin kartoittamaan riskejä ja riskienhallintaa käytännössä. Stokastisen optimoinnin esimerkit ovat hypoteettisen metsäalan yrityksen viisivuotissuunnitelman laadinta ja hypoteettisen öljyä etsivän yrityksen päätösongelma koskien koeporausten suorittamista.

Tulokset

Sofistikoituja malleja ei ylemmän tason riskienhallinnassa erityisemmin käytetä. Kokemus, intuitio ja aikaisemmilta vuosilta kerätty aineisto näyttävät olevan tärkeä tiedon lähde. Rahoitusriskien osalta riskienhallinta on yleensä hyvin järjestettyä suurehkoissa yrityksissä. Stokastisen optimoinnin avulla pyritään löytämään epävarmuutta sisältävässä päätöstilanteessa tämän päivän tiedoilla hyvä ratkaisu riippumatta siitä, mitä tulevaisuudessa tapahtuu. Juuri epävarmuuden huomioon ottaminen tekee stokastisesta optimoinnista käyttökelpoisen riskipäätöksenteon tukivälineen.

Avainsanat

riskienhallinta, ylin johto, stokastinen optimointi

SISÄLLYSLUETTELO:

1. JOHDANTO	1
2. RISKIT JA RISKIENHALLINTA	3
2.1 Mitä riski on?	3
2.1.1 Riskityypit	3
2.1.2 Riskin komponentit	4
2.2 Mitä riskienhallinta on?	4
2.2.1 Riskienhallinnan vaiheet	5
3. PÄÄTÖKSENTEON TEORIAA	8
3.1 Normatiiviset mallit	9
3.1.1 Voiton odotusarvo	9
3.1.2 Hyödyn odotusarvo	11
3.2 Päätöksenteon käytännön ongelmia	16
4. RISKIENHALLINTA JOHDON NÄKÖKULMASTA	18
4.1 Hallitustyöskentely	18
4.2 Riskienhallinnan käytäntöä ylemmässä johdossa	19
>4.2.1 UPM-Kymmene Oy	20
>4.2.2 Neste Oy	22
5. RISKIPÄÄTÖSTEN MALLINTAMINEN	25
5.1 Metsäyritysesimerkki	25
5.1.1 Mallinnus	25
5.1.2 Tulosten raportointi	32
5.2 Öljynetsintäesimerkki	40
5.3 Mallintamisen hyötyjä ja haittoja	52
6. JOHTOPÄÄTÖKSET	54
LÄHDELUETTELO	55
LIITE	57

LUETTELO KUVISTA:

KUVA 1. Esimerkki päätöspuusta	9
KUVA 2. Päätöspuu esimerkkitapauksesta	11
KUVA 3. Hyötyfunktion estimointi	13
KUVA 4. Riskihakuisen, -neutraalin ja riskinkarttajan hyötyfunktiot	14
KUVA 5. Hyötyfunktio, jossa asenne riskiin vaihtelee	15
KUVA 6. Esimerkki puun hinnan määräytymisestä	27
KUVA 7. Esimerkki tuotteiden myyntihinnan määräytymisestä	27
KUVA 8. Globaalinen hintaindeksi skenaariopuun solmuissa	29
KUVA 9. Uhkapelin ja riskittömän vaihtoehdon välinen indifferenssi	30
KUVA 10. Liikevaihto (mrd mk)	34
KUVA 11. Liikevoitto (mrd mk)	35
KUVA 12. Sahan kapasiteetti-investoinnit (1 000 m ³ /v)	37
KUVA 13. Vanerituotantolinjan kapasiteetti-investoinnit (1 000 m ³ /v)	38
KUVA 14. Sellutuotantolinjan kapasiteetti-investoinnit (1 000 tonnia/v)	39
KUVA 15. Paperituotantolinjan kapasiteetti-investoinnit (1 000 tonnia/v)	40
KUVA 16. Päätöspuun alkuvaiheet	42
KUVA 17. Koeporausten tilakaavio	45
KUVA 18. Optimipäätösvaihtoehdot	48
KUVA 19. Pelin ja riskittömän vaihtoehdon välinen indifferenssi	50
KUVA 20. Optimipäätösvaihtoehdot riskinjakotilanteessa	53

LUETTELO TAULUKOISTA:

TAULUKKO 1. Riskijaottelu	6
TAULUKKO 2. Esimerkitapauksen tulemat (milj. mk)	10
TAULUKKO 3. Kiinteät ja muut välittömät kustannukset tuotantolinjoittain	26
TAULUKKO 4. Puulajikohtaiset parametrit α (mk/m ³) ja β (mk/m ³ /1000 m ³)..	27
TAULUKKO 5. Tuote- ja markkina-aluekohtaiset parametrit μ (mk/ton) ja δ (mk/ton/1000 ton)	28
TAULUKKO 6. Koeporauksen tuloksen todennäköisyydet	43
TAULUKKO 7. Optimipäätösvaihtoehdot	47
TAULUKKO 8. Voiton odotusarvot (milj. dollaria)	49
TAULUKKO 9. Optimipäätösvaihtoehdot riskinjakotilanteessa	51

1. JOHDANTO

Jos osaisimme ennustaa tulevaisuuden, ei olisi olemassa riskejä, eikä siten tarvetta riskienhallintaan. Epävarmuus tulevaisuuden tapahtumista luo riskejä.

Liiketoimintaa ei voi harjoittaa ilman riskinottoa. Yritykset kohtaavat erilaisia riskejä joka päivä ja päätöksiä joudutaan tekemään epävarmuuden vallitessa. Riskit ja riskienhallinta vaihtelevat kuitenkin yrityksen koosta ja toimialasta riippuen. Riskit voivat vaihdella hyvin pienistä usein tapahtuvista vakaviin, mutta yleensä harvoin tapahtuviin.

Riskienhallinta muodostaa yrityksen omaisuutta, sen henkilöstöä, osaamista ja liikesuhteita turvaavan suojajärjestelmän (Suominen 1998, 135). Riskienhallinta on perinteisesti ollut vakuuttamista, mutta vakuuttaminen pelkästään ei enää riitä nykyaikaisen yrityksen riskienhallinnaksi. Mm. liikeriskien, joita yleensä ei voi vakuuttaa, hallitsemiseksi on oltava muita keinoja. Vakuuttaminen on kyllä edelleenkin yksi olennainen osa riskienhallintaa, mutta vakuutusten tulee olla oikeanlaisia ja oikein kohdistettuja. Vakuutukset eivät ole aina ainoa tai paras ratkaisu riskin hallitsemiseksi. Riskienhallinta on muuttunut vakuutusmaksujen minimoinnista riskienhallinnan kustannusten optimointiin.

Riskienhallinta edellyttää erilaisten riskienhallintamenetelmien tuntemista ja käyttöä (Suominen 1998, 135). Riskienhallinnan tulisi olla osana liikkeenjohdon normaalia päätöksentekoprosessia yhtä tärkeässä asemassa kuin tuotanto, markkinointi, rahoitus jne. Yrityksen johdon eri organisaatiotasolla tulisi olla perillä riskienhallinnan perusteista ja osallistua sitä koskevaan päätöksentekoon. Sitoutuminen riskienhallintaan lähtee yrityksen ylimmästä johdosta ja hallituksesta.

Tämän työn tarkoituksena on tarkastella riskienhallintaa yrityksen ylimmän johdon näkökulmasta. Työn painopiste on enemmänkin liikeriskien hallinnassa kuin vakuuttamisessa. Tavoitteena on riskin ja riskienhallinnan määritelmien lisäksi käydä läpi päätöksenteon ja riskienhallinnan sekä teoriaa että käytäntöä.

Lisäksi esitellään esimerkkitapausten avulla stokastinen optimointi yhtenä riskipäätöksenteon lähestymistapana.

Luvussa 2. käydään läpi riskin ja riskienhallinnan määritelmiä. Luvussa 3. käsitellään päätöksentekoa tukevia malleja ja käytännön päätöksenteon ongelmia. 4. luvussa käydään läpi yritysjohtajien haastatteluissa esille tulleita seikkoja riskeistä ja riskienhallinnasta UPM-Kymmene Oy:ssä ja Neste Oy:ssä. Myös hyvän hallitustyöskentelyn piirteitä tarkastellaan. Luvussa 5. esitetään kaksi yksinkertaistettua esimerkkiä siitä, kuinka mallinnusta voidaan käyttää apuna metsäalan yrityksen viisivuotissuunnitelman laadinnassa ja öljynetsinnässä koeporauksista päättäessä. 6. luku on varattu johtopäätöksille.

2. RISKIT JA RISKIENHALLINTA

2.1 Mitä riski on?

Jotta voisimme ymmärtää riskienhallinnan merkityksen yrityksissä, täytyy meidän ensin tietää, mitä riskillä tarkoitetaan. Määritelmiä riskille löytyy monia. Toisinaan riski määritellään yksittäiseksi ei-toivotuksi tulevaisuuden tapahtumaksi, toisinaan yleisemmäksi epävarmuudeksi tulevaisuudesta. Yhteistä kuitenkin kaikille riskin määritelmille on se, että toteutuneen riskin seuraukset ovat negatiivisia, riskiin liittyy aina menettämisen tai tappion uhka. Toisaalta riskille on tyypillistä se, että riskin jäädessä toteutumatta, riskinoton seuraukset voivat olla hyvinkin positiivisia. Olennaista riskille on myös epävarmuus tulevaisuudesta: jos tulevaisuus olisi ennustettavissa varmuudella, riskejä ei olisi. Yritysten riskienhallinnasta puhuttaessa määritelmä riskille voisi olla seuraavanlainen: riski on tulevaisuuden tapahtuma, joka toteutuessaan heikentää yrityksen toimintakykyä.

2.1.1 Riskityypit

Riskit voidaan jakaa kahteen ryhmään: puhtaisiin riskeihin ja spekulatiivisiin riskeihin (ks. esim. Vaughan 1997, 14). Puhtaasta riskinotosta voi seurata menetyksiä, mutta ei voittoa. Puhtaat riskit ovat yrityksen tahdosta riippumattomia. Vahinkoja sattuu, vaikka riskien olemassaolo olisi tiedostettu. Siksi niitä kutsutaan usein myös vahinkoriskeiksi. Useimmat vahinkoriskit on mahdollista vakuuttaa. Tyypillisimpiä vahinkoriskejä ovat onnettomuudet, tulipalot, rikokset jne.

Spekulatiivisesta riskinotosta puolestaan voi seurata yhtä hyvin niin voittoa kuin tappiota. Spekulatiivisia riskejä kutsutaan myös liikeriskeiksi, koska ne muuttuvat yrityksen toimialan suhdanteiden ja olosuhteiden mukaan. Yritys voi itse vaikuttaa näihin riskeihin päättämällä ottaako riskin vai ei tai kuinka suuren

riskin ottaa. Liikeriskit eivät yleensä ole vakuuttamiskelpoisia, mm. siksi, että niiden todennäköisyyksien arvioiminen on vaikeampaa kuin vahinkoriskien.

Käytännössä raja vahinko- ja liikeriskin välillä ei ole aina täysin tarkka, vaan joissakin riskeissä on sekä vahinko- että liikeriskin piirteitä. Riski saattaa muuttuakin vahinkoriskistä liikeriskiksi. Päätöksentekijälle tällä jaottelulla on merkitystä lähinnä riskienhallintavälineiden valinta- ja sovellusmahdollisuuksien suhteen (Suominen 1998, 134).

2.1.2 Riskin komponentit

Kaikki riskit muodostuvat neljästä komponentista: uhista, resursseista, riskifaktoreista ja seurauksista. Uhkia ovat ne tapahtumat, jotka voivat toteuttaa riskin, esimerkiksi tulipalo, onnettomuus tai markkinatilanteen muutos. Resursseja ovat toiminnan kannalta tärkeät tekijät, kuten ihmiset, tuotantolaitokset, varat ja tulot, joihin uhat voivat vaikuttaa. Riskifaktoreita ovat ne ulkoiset tai sisäiset tekijät, jotka vaikuttavat riskien todennäköisyyteen tai seurauksien laatuun. Näitä tekijöitä voivat olla esimerkiksi markkinatilanne, maantieteellinen sijainti jne. Seurauksiksi kutsutaan tapaa tai laajuutta, jolla uhat vaikuttavat resursseihin. Esimerkkejä seurauksista ovat tappio, keskeytys, rikkoutuminen jne. (Crockford 1980, 24)

2.2 Mitä riskienhallinta on?

Riskit ovat ei-toivottuja tulevaisuuden tapahtumia. Riskienhallinnan voidaan siis sanoa olevan näiden tapahtumien tunnistamista, arvioimista ja kontrolloimista. Riskit täytyy tunnistaa ennen kuin niitä voidaan analysoida ja vasta sen jälkeen niille voidaan tehdä jotain.

Hyvällä riskienhallinnalla katetaan sekä puhdas että myös spekulatiivinen riski. Puhtaiden riskien osalta minimoidaan tappiot ja spekulatiivisten riskien osalta tavoitellaan parasta mahdollista tulosta, yleensä siis voittoa.

Riskejä ei voi koskaan kokonaan eliminoida. Mutta se ei tarkoita sitä, että niitä ei kannattaisi yrittää hallita. Keinojen riskien vähentämiseksi tulisi olla kuitenkin taloudellisesti mielekkäitä, esimerkiksi riskien kontrollointiin ei kannata uhrata enempää kuin riski toteutuessaan aiheuttaa kustannuksia.

Vakuuttamisen ajatellaan olevan monille yrityksille ainoa tapa hallita riskiä, vaikka se ei useinkaan ole ainoa tai edes järkevin keino. Vakuuttaminen saattaa olla kallista ja usein vain sellaiset riskit vakuutetaan, joihin vakuutuslaitoksilla on tarjottavana vakuutus hyväksyttävällä hinnalla. Erityisesti liikeriskit jäävät silloin huomioimatta. Liikeriskien hallitsemiseksi onkin käytettävä muita keinoja. Näitä ovat yleensä erilaiset rahoitusinstrumentit, kuten optiot, termiinit, futuurit tai swapit. Muita keinoja ovat esimerkiksi erilaiset riskinjakosopimukset.

2.2.1 Riskienhallinnan vaiheet

Riskienhallinnan vaiheet ovat riskien tunnistaminen, analysointi, kontrollointi ja arviointi.

1. Tunnistaminen

Ensimmäinen riskienhallinnan vaihe on riskien tunnistaminen. Ainoastaan sellaisiin riskeihin on mahdollista varautua, joiden olemassaolon tietää. Kaikkien oleellisten riskien löytäminen on tärkeää, ei riitä, että vain sellaiset riskit, joihin voi varautua, on tunnistettu. Riskien tunnistamiseksi on olemassa eri menetelmiä, esimerkiksi tarkistuslistat (check list), yhteenvetolomakkeet, vuokaaviot (flow chart) ja tapahtumapuut. Tunnistamisessa käytetään kuitenkin paljon myös kokemuksen ja intuition kautta saatua tietoa. (ks. esim. Suominen 1994, 42)

2. Analysointi

Tunnistamisen jälkeen voidaan analysoida riskinoton vaikutuksia. Arvioidaan, millaisia seurauksia riski toteutuessaan aiheuttaa. Toisaalta arvioidaan, millaisia ovat riskinotosta mahdollisesti saadut hyödyt silloin, kun riski ei toteudu. Yksinkertaisin tapa analysoida riskejä on tutkia aikaisempien vuosien

tapahtumia. Riskejä analysoitaessa tärkeintä on arvioida riskin todennäköisyys ja seurauksien vakavuus. Useimmiten todennäköisempien riskien seuraukset ovat pienempiä ja päinvastoin. Seuraavanlaista kolmijakoa käytetään usein riskejä arvioitaessa:

TAULUKKO 1. Riskijaottelu

RISKI/TAPPIO	TODENNÄKÖISYYS	VAKAVUUS
Pieni	Suuri	Matala
Keskikokoinen	Pienuhkö	Keskitasoa
Suuri	Hyvin pieni	Korkea

Lähde: Crockford 1980, 18.

Pienistä tappioista yritys pystyy yleensä selviytymään hyvin, paitsi jos niiden esiintymistiheys nousee kovin suureksi. Niiden ennustaminen ja sitä myöten niihin varautuminen on melko helppoa. Usein keskikokoisestakaan tappiosta selviytyminen ei ole yritykselle taloudellinen ongelma, jos yritys on osannut varautua tulevaan. Ongelmana voi kuitenkin olla se, että todennäköisyyden arvioiminen on vaikeaa. Suuret riskit ovat ongelmallisimpia, koska niiden todennäköisyyttä on vaikea arvioida ja erityisesti koska toteutuessaan tällaisen riskin seuraukset ovat vakavia, jopa yrityksen toiminnan jatkuvuuden vaarantavia.

3. Kontrollointi

Riskin kontrolloimiseksi on pääasiassa kolme tapaa: riskin vähentäminen, riskin ottaminen ja riskin siirtäminen. (ks. esim. Dickson 1989, 7)

Riskin vähentäminen on yleensä ensimmäinen toimi. Yrityksen tulee varmistua siitä, että riski on tehty mahdollisimman pieneksi ja turhia riskejä ei oteta. Riskin vähentäminen voidaan jakaa vielä ennen tai jälkeen riskin toteutumista suoritettavaan kontrollointiin. Riskin vähentämisellä etukäteen pyritään ennaltaehkäisemään riskin toteutumista. Esimerkiksi käyttöohjeet voidaan lukea tähän kategoriaan. Riskin vähentämisellä riskin toteutumisen jälkeen pyritään

pienentämään riskin seurausten vakavuutta. Esimerkiksi tulipalon sattuessa sprinklerijärjestelmällä voidaan tulipalon tuhoja yleensä vähentää huomattavasti.

Sen jälkeen, kun on varmistuttu siitä, että riski on mahdollisimman pieni, täytyy tutkia, voiko yritys itse kattaa mahdolliset riskin seuraukset. Riskin siirtäminen ei aina ole kannattavaa. Toisinaan yrityksen kannattaa mieluummin ottaa riski ja huolehtia mahdollisista seurauksista, eikä esimerkiksi maksaa vakuutusmaksuja. Aina riskin siirtäminen ei ole edes mahdollista, vaan yrityksen täytyy itse ottaa koko riski omalle vastuulle.

Viimeisenä vaihtoehtona on riskin siirtäminen. Riskin siirtäminen tarkoittaa riskin seurausten siirtämistä osittain tai kokonaan jonkin toisen osapuolen kannettavaksi, mikä usein tarkoittaa vakuuttamista. Vakuuttamisen hyvä puoli on se, että maksut ovat kiinteitä ja ne jakaantuvat tasaisesti. Yksi riskin siirtämisen keino on riskin jakaminen (risk sharing), jota käsitellään tarkemmin kappaleissa 3.1.2 ja 5.2. Myös rahoitusinstrumenttien käyttö on riskin siirtämistä.

4. Arviointi

Riskienhallinnan toimivuutta täytyy arvioida ja toimia korjata, jos puutteita löytyy. Riskienhallinnan on oltava myös jatkuvaa. Ei riitä, että riskit kartoitetaan vain kerran. Riskejä on kartoitettava jatkuvasti, sillä uusia riskejä syntyy, kun olosuhteet muuttuvat.

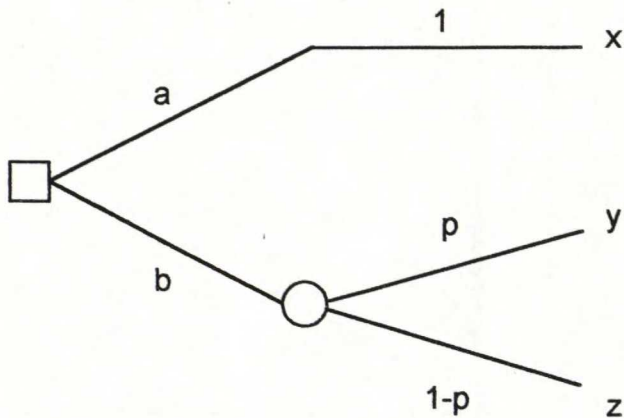
3. PÄÄTÖKSENTEON TEORIAA

Kun riski on tunnistettu ja mitattu, on päätöksenteon vuoro. Ennen päätöksentekoa on kuitenkin analysoitava päätösongelma.

Ensimmäiseksi päätösongelmaa analysoitaessa mietitään kaikki mahdolliset vaihtoehdot, joista päätöksentekijä voi valita. Toiseksi listataan kaikki mahdolliset tulevaisuuden tapahtumat eli skenaariot ja niiden todennäköisyydet arvioidaan. Sellaiset skenaariot, joiden todennäköisyys on lähes nolla ja jotka eivät ole merkittäviä riskien kannalta, jätetään yleensä pois päätösongelman yksinkertaistamiseksi. Kolmanneksi arvioidaan, millaiset vaikutukset - yleensä taloudelliset/rahalliset - seuraa kustakin päätöksestä ja skenaariosta. Myös se, onko päätös toistuva vai ainutkertainen, voi vaikuttaa merkittävästi valintaan. Päätöksenteolla on oltava myös tavoite. Päätöksentekijän tulisi tietää, mitä hän päätöksenteolla haluaa saavuttaa. Riskipäätöksenteossa tavoite voi olla esimerkiksi mahdollisten tappioiden minimointi tai investoinnin tuoton maksimointi.

Päätösongelmaa kuvataan usein ns. päätöspuulla, joka alkaa ns. juurisolmusta, joka haarautuu oksiin (ks. esim. Raiffa 1968). Oksat kuvaavat mahdollisia päätösvaihtoehtoja ja tulevia tapahtumia (epävarmuustekijöiden realisaatioita eli skenaarioita). Täten päätöspuussa voi olla kahdenlaisia solmuja: päätös- ja tapahtumasolmuja. Päätössolmua kuvaa neliö, josta lähtee yhtä monta haaraa kuin päätösvaihtoehtoja on. Tapahtumasolmua kuvaa ympyrä, jossa haaroja on yhtä monta kuin on mahdollisia skenaarioita. Esimerkkinä kuvassa 1. on päätöspuu tilanteesta, jossa on kaksi päätösvaihtoehtoa a ja b. Vaihtoehdon a tulema on varma x ja vaihtoehdossa b on kaksi mahdollista tulemaa, y ja z siten, että y:n todennäköisyys on p ja z:n todennäköisyys on 1-p.

KUVA 1. Esimerkki päätöspuusta



3.1 Normatiiviset mallit

Päätöksenteon prosessia voidaan tarkastella joko normatiivisin tai deskriptiivisin perustein. Normatiiviset mallit käsittelevät sitä, kuinka ihmisten tulisi tehdä päätöksiä, kun taas deskriptiiviset lähestymistavat tutkivat sitä, kuinka ihmiset käytännössä tekevät päätöksiä. Tässä kappaleessa tarkastellaan, millaisia normatiivisia malleja päätöksenteon tueksi on olemassa.

Yksinkertaisimpia tapoja ratkaista päätösongelma on käyttää esimerkiksi maximinkriteeriä. Maximinkriteeriä käytettäessä valitaan päätösvaihtoehdoista se, joka huonoimmassa skenaariossa antaa parhaimman tuloksen. Maximinkriteeri ja muut vastaavat kriteerit ovat hyvin helppoja ymmärtää, mutta toisaalta myös valintakäyttäytymistä äärimmilleen yksinkertaistavia. Tällaiset kriteerit eivät myöskään ota millään tavalla huomioon todennäköisyyksiä. Siksi niiden käyttäminen yleensä ei yksinkertaisissakaan päätöstilanteissa ole järkevää.

3.1.1 Voiton odotusarvo

Jotta myös todennäköisyydet tulisivat otetuksi huomioon, voimme käyttää kriteerinä voiton odotusarvoa (EMV=Expected Monetary Value). Voiton

odotusarvo on todennäköisyyksillä painotettu keskiarvo tulemista seuraavasti:

$$EMV = \sum_{i=1}^n p_i v_i$$

jossa p_i = skenaarion i todennäköisyys

v_i = skenaarion i tulema (voitto)

ja $\sum_{i=1}^n p_i = 1$.

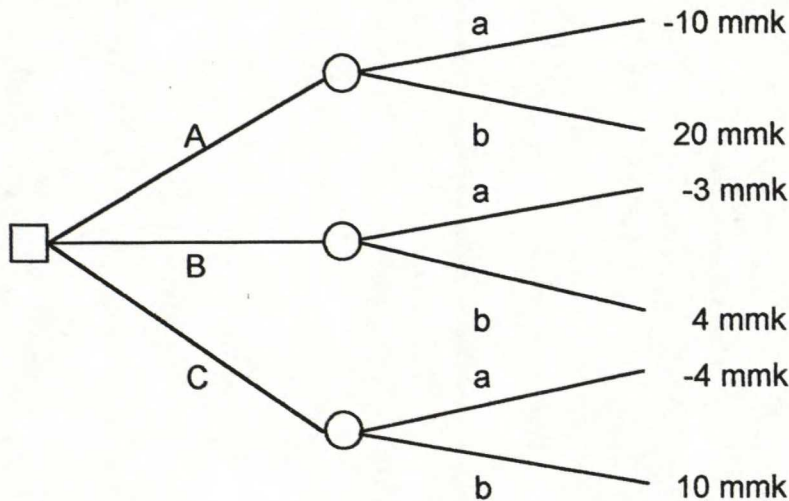
Tarkastellaan esimerkiksi yksinkertaista tapausta, jossa päätöksentekijällä on valittavanaan kolme päätösvaihtoehtoa A, B ja C ja riippuen tulevaisuuden tapahtumista a ja b päätöksentekijä häviää tai voittaa rahaa taulukon 2. mukaisesti.

TAULUKKO 2. Esimerkkitapauksen tulemat (milj. mk)

	a = 0.6	b = 0.4
A	-10	20
B	-3	4
C	-4	10

Oletetaan, että todennäköisyys skenaarion a toteutumiselle on arvioitu olevan 60 %, jolloin b:n todennäköisyys on 40%. Päätopuu esimerkistä on kuvassa 2.

KUVA 2. Päättöspuu esimerkkitapauksesta



Tällöin voiton odotusarvot päätösvaihtoehdoille A, B ja C ovat 2 mmk, -0.2 mmk ja 1.6 mmk. Paras päätösvaihtoehto voiton odotusarvolla mitattuna on siis vaihtoehto A, koska sen odotusarvo on korkein.

Voiton odotusarvo on usein hyvä toistuvissa päätöstilanteissa, koska silloin pitkällä aikavälillä voidaan olettaa odotusarvon toteutuvan. Mutta useat päätöstilanteet ovat ainutkertaisia ja päätös tehdään vain kerran, jolloin voiton odotusarvon toteutuminen ei ole kovinkaan todennäköistä. Voiton odotusarvo ei ota myöskään huomioon voittojen tai tappioiden suuruusluokkaa. Sen mukaan päätöksentekijä käyttäytyy samoin oli kyse kymmenistä tai miljoonista markoista. Lisäksi yksi oletuksista on, että päätöksentekijä on indifferentti odotusarvon suuruisen varman voiton ja epävarmuutta sisältävän vaihtoehdon odotusarvon välillä. Yleensä tämä oletus ei kuitenkaan käytännössä pidä paikkaansa päätöksentekijöiden riskinkarttamishalusta johtuen. Päätöksentekijät arvioivatkin usein mieluummin saamaansa tai menettämänsä hyötyä kuin todellisia voitto- tai tappiosummia.

3.1.2 Hyödyn odotusarvo

Voiton odotusarvoon verrattuna hyödyn odotusarvossa käytetään rahamäärän tilalla rahasta saatavaa hyötyä. Voiton odotusarvon maksimoinnin asemesta maksimoidaankin rahasta saatavan hyödyn odotusarvoa, jolloin myös summien

suuruudella on merkitystä. Rahasta saatavaa hyötyä kuvataan hyötyfunktiolla, joka estimoidaan tapauskohtaisesti. Tällöin myös päätöksentekijän riskinottohalukkuus tulee otetuksi huomioon.

Hyödyn odotusarvo-teoria perustuu neljään olettamukseen (ks. esim. Raiffa 1968). Olkoon a ja b vaihtoehtoja ja p todennäköisyys, $0 \leq p \leq 1$. Määritellään yhdistelmä (a, b, p) vaihtoehdoksi, joka antaa todennäköisyydellä p vaihtoehdon a ja todennäköisyydellä $1-p$ vaihtoehdon b .

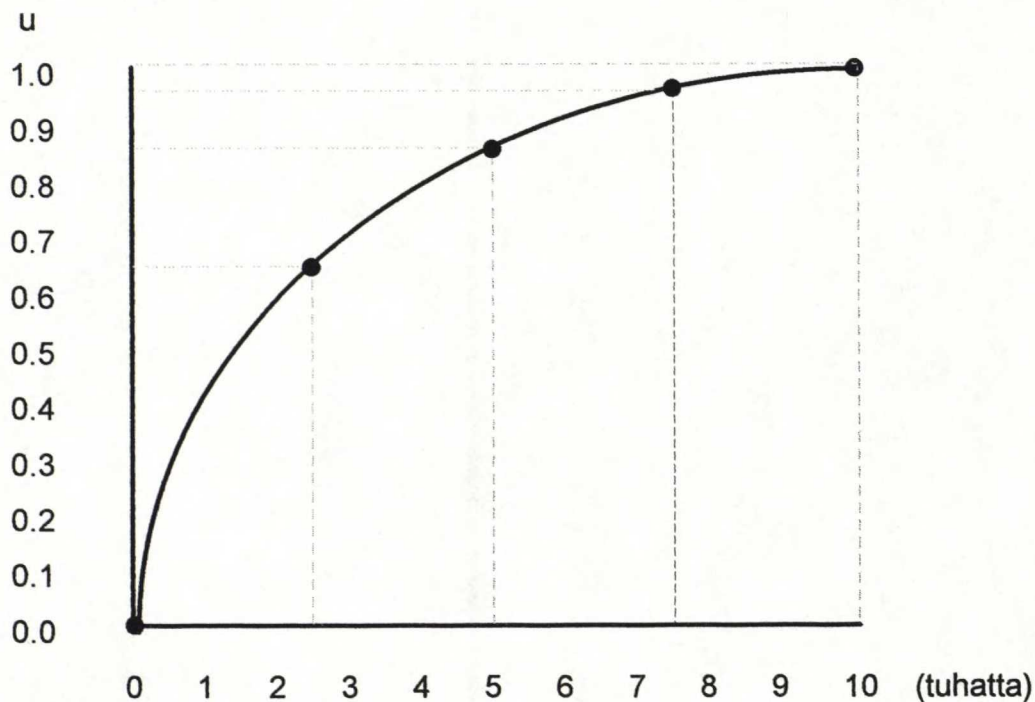
- 1° Päätöksentekijän pystyy määrittelemään, onko hän indifferentti näiden kahden vaihtoehdon a ja b välillä vai onko a parempi kuin b tai päinvastoin.
- 2° Päätöksentekijä on transitiivinen: jos päätöksentekijä pitää vaihtoehtoa a parempana kuin vaihtoehtoa b ja vaihtoehtoa b parempana kuin vaihtoehtoa c , niin hänen on pidettävä parempana vaihtoehtoa a myös vaihtoehtoon c verrattuna.
- 3° Jos päätöksentekijä pitää vaihtoehtoa a parempana kuin vaihtoehtoa b ja vaihtoehtoa b parempana kuin vaihtoehtoa c , on olemassa yhdistelmä (a, c, p) , joka on päätöksentekijälle yhtä hyvä kuin vaihtoehto b .
- 4° Neljäs olettaus on riippumattomuusolettaus: jos a on parempi kuin b ja c on mikä tahansa vaihtoehto sekä p todennäköisyys, $0 < p \leq 1$, niin (a, c, p) on parempi kuin (b, c, p) .

Jos nämä olettamukset pitävät paikkansa, voidaan päätöksentekijälle määritellä hyötyfunktio u siten, että $u(a) > u(b)$ silloin ja vain silloin, kun vaihtoehto a on parempi kuin b . Lisäksi, jos $c=(a, b, p)$, $0 \leq p \leq 1$, niin $u(c) = p u(a) + (1-p) u(b)$. Lopuksi, hyötyfunktio on lineaarista muunnosta vaille yksikäsitteinen niin, että jos u ja v ovat hyötyfunktioita, on olemassa $\alpha > 0$ ja β siten, että $v = \alpha u + \beta$.

Hyötyfunktion estimoinnissa (ks. esim. Baird 1993, 321-326) voimme käyttää apuna kuvan 1. päätöstilannetta sivulta 9. Päätöksentekijälle esitetään päätöstilanne, jossa on kaksi päätösvaihtoehtoa, a ja b . Vaihtoehdon a tulema on varma x . Vaihtoehdosta b päätöksentekijä saa tuleman y todennäköisyydellä p ja tuleman z todennäköisyydellä $(1-p)$. Olkoon z pienin ja y suurin kuviteltavissa oleva tuleman arvo. Annetaan arvon x varioida välillä $z < x < y$ ja

pyydetään päätöksentekijää ratkaisemaan kullekin x , millä arvolla p hän on indifferenti näiden kahden vaihtoehdon a ja b välillä. Käytetään tässä esimerkissä arvoja $z=0$, $x=5\ 000$ ja $y=10\ 000$ ja oletetaan, että päätöksentekijä saa silloin p arvoksi 0.85 . Asetetaan pienimmän arvon z hyödyksi nolla ja suurimman arvon y hyödyksi yksi. Tällöin x :n hyöty $u(x) = p u(y) + (1-p) u(z)$ ja koska $u(y) = 1$ ja $u(z) = 0$, saadaan tulokseksi $u(x) = p = 0.85$. Seuraavaksi muutetaan x :n arvoa ja pyydetään päätöksentekijää määrittämään uusi arvo p :lle. Tämä toistetaan niin monta kertaa, että saadaan tarpeeksi pisteitä, joista hyötyfunktio voidaan approksimatiivisesti määrittää. Annetaan tässä esimerkissä x :lle arvot $2\ 500$ ja sitten $7\ 500$ ja oletetaan, että päätöksentekijä saa silloin p :n arvoiksi 0.65 ja 0.95 . Sijoitetaan saadut pisteet koordinaatistoon, jossa pystyakselilla on hyötyfunktion arvo ja vaaka-akselilla raha, kuvaan 3. ja piirretään hyötyfunktio niiden kautta.

KUVA 3. Hyötyfunktion estimointi

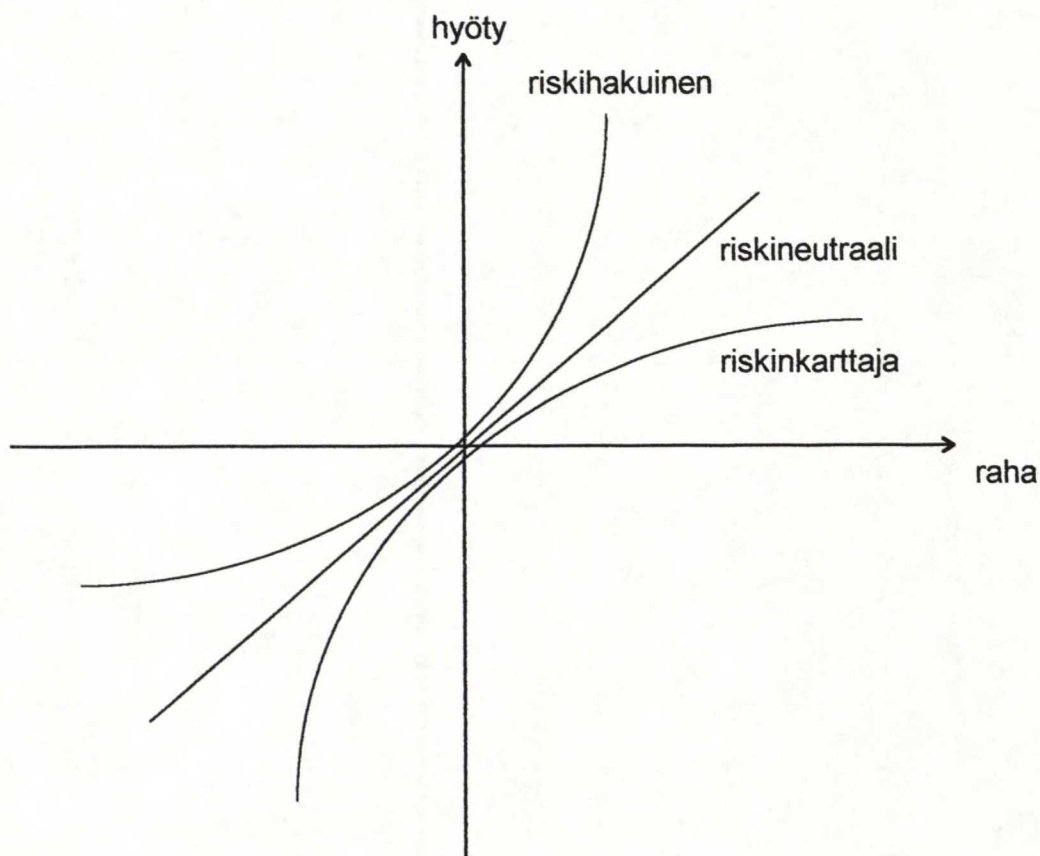


Hyötyfunktion muoto voi olla approksimatiivisesti lineaarinen, kvadraattinen, eksponentiaalinen, ym.

Ratkaistaan nyt kappaleessa 3.1.1 annettu esimerkki hyödyn odotusarvon perusteella. Oletetaan päätöksentekijän hyötyfunktiksi tässä $u=-\exp(-c)$, c =voitto. Ratkaistaan esimerkki ja saamme hyödyn odotusarvoiksi -13 216 mmk, -12 mmk ja -33 mmk. Paras vaihtoehto hyödyn odotusarvolla mitattuna on siis B.

Päätöksentekijät voidaan jakaa kolmeen ryhmään riskiin suhtautumisensa perusteella: riskinkarttaja, riskineutraali ja riskihakuinen. Kuvassa 4. on näiden kolmen hyötyfunktiot.

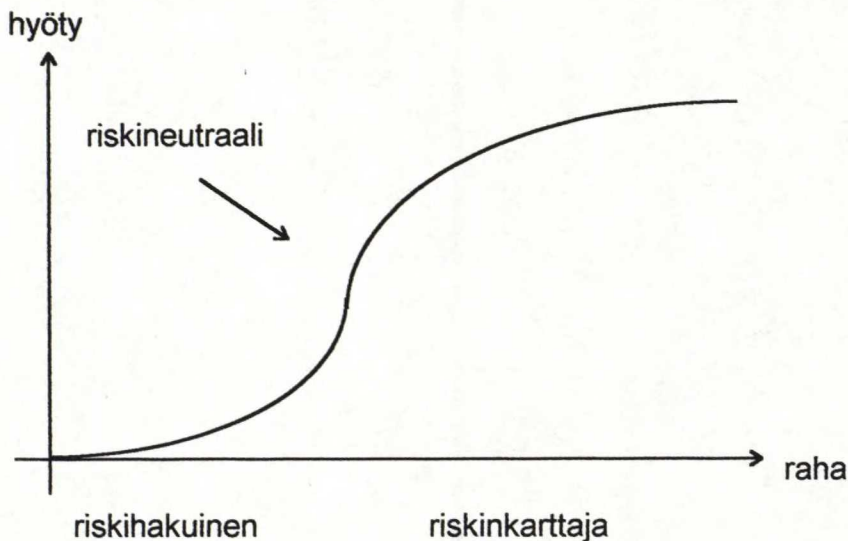
KUVA 4. Riskihakuisen, -neutraalin ja riskinkarttajan hyötyfunktiot



Riskihakuinen päätöksentekijä on peluri, joka uskaltaa ja haluaa ottaa riskejä paremman voiton toivossa. Riskineutraalille riskillä ei ole merkitystä, hän ei etsi riskiä, mutta ei toisaalta sitä pyri karttamaankaan. Riskinkarttaja puolestaan ei halua ottaa riskejä. Hän pelaa mieluummin varman päälle, vaikka se tarkoittaisikin pienempiä voittoja.

Sama henkilö voi olla myös vaikkapa kaikkia kolmea. Pienten summien ollessa kyseessä henkilö voi olla riskihakuinen, mutta suurten summien kohdalla taas riskinkarttaja ja siinä välillä riskineutraali. Esimerkki kuvassa 5.

KUVA 5. Hyötyfunktio, jossa asenne riskiin vaihtelee



Riskihakuinen käyttäytyminen liikkeenjohdossa ei ole kovin yleistä, mutta toisinaan sellaisiakin tilanteita syntyy, joissa riskihakuinen käyttäytyminen on rationaalisinta. Esimerkiksi silloin, kun yrityksen tulevaisuus on vaakalaudalla niin, että toiminta voi jatkua vain, jos tehdään investointi, joka parhaimmassa skenaariossa tuottaa hyvin, mutta joka sisältää suuren epäonnistumisen riskin.

Myös mahdollisuus riskin jakamiseen voi vaikuttaa riskinottohalukkuuteen. Tarkastellaan edellä sivulla 10 esitettyä esimerkkitapausta: hyödyn odotusarvolla mitattuna vaihtoehto B on paras, mutta jos päätöksentekijällä olisikin mahdollisuus löytää yhteistyökumppani, jonka kanssa vaihtoehdossa C sekä voitto että tappio jaetaan puoliksi (vaihtoehdot A ja B pysyvät ennallaan), hyödyn odotusarvot A:lle, B:lle ja C:lle ovat -13 216 mmk, -12 mmk ja -4,4 mmk. Tällöin vaihtoehto C on paras vaihtoehto.

3.2 Päätöksenteon käytännön ongelmia

Päätöksentekijät eivät tee päätöksiä useinkaan siinä mielessä rationaalisesti kuin edellisessä kappaleessa oletetaan. Millaisia epä johdonmukaisuuksia päätöksenteossa sitten ilmenee?

Riskienhallinnassa epävarmojen tulevaisuuden tapahtumien ennustamisessa todennäköisyyksien arvioinnilla on suuri merkitys ja erityisesti tässä ihmiset tekevät usein virheitä. Tutkittaessa, kuinka ihmiset todennäköisyyksiä arvioivat, on huomattu, että ihmiset käyttävät usein apuna heuristiikkaa, toisin sanoen peukalosääntöjä, jotka helpottavat arviointia (Kahneman ym. 1982, 3). Yleensä nämä periaatteet ovat hyvinkin käyttökelpoisia, mutta toisinaan niiden käytöstä seuraa selkeitä ja systemaattisia virheitä. Tällaisten heuristiikkojen ja niistä seuraavien virheiden tunteminen auttaa ymmärtämään päätöksentekoa käytännössä.

Kolme useimmin käytettyä heuristiikkaa ovat edustavuus (representativeness), saatavuus (availability) ja ankkuroituminen (adjustment from an anchor) (Kahneman ym. 1982). Edustavuutta käytetään silloin, kun arvioidaan millä todennäköisyydellä A:sta seuraa B. Useimmiten tällaisia todennäköisyyksiä arvioidessaan ihmiset päättelevät, että mitä enemmän B muistuttaa A:ta sitä todennäköisempää on, että A:stä seuraa tapahtuma B. Tämä ei kuitenkaan aina pidä paikkaansa. Tarkastellaan esimerkiksi tilannetta, jossa henkilöstä annetaan stereotyyppisen maanviljelijän kuvaus kuitenkin paljastamatta mitään sellaista, josta ammatin voisi päätellä. Tämän jälkeen annetaan lista ammanteista (vaikkapa maanviljelijä, liikemies, lakimies) ja pyydetään arvioimaan, millä todennäköisyydellä henkilö on minkäkin ammatin edustaja. Useimmiten ihmiset arvelevat, että todennäköisyys sille, että henkilö on maanviljelijä, on korkein. Normaalisti kuitenkin ilman kuvausta todennäköisyyden arviointiin olevan vähemmän, koska maanviljelijöiden osuus väestöstä ei ole kovinkaan suuri. Merkityksetön informaatio johtaa harhaan ja todennäköisyys arvioidaan väärin.

Saatavuus-heuristiikka tarkoittaa tilanteita, joissa tapahtuman todennäköisyyttä arvioidaan sen perusteella, kuinka helppoa on muistaa vastaavanlaisia tapahtumia. Esimerkiksi, jos kahdelle koehenkilöryhmälle luetellaan lista tunnettujen ihmisten nimiä niin, että toinen lista sisältää tunnetumpia miehiä kuin naisia ja päinvastoin, toisessa listassa naiset ovat tunnetumpia kuin miehet. Tämän jälkeen ryhmiä pyydetään arvioimaan kumman sukupuolen edustajia listoissa oli enemmän. Poikkeuksetta henkilöt virheellisesti arvioivat, että tunnetumpien sukupuolen edustajia on enemmän, koska tunnetummat nimet on helpompi palauttaa mieleen.

Kolmas heuristiikka, ankkuroituminen, käsittää tilanteet, joissa jonkin alkuarvon käyttäminen todennäköisyyden arvioimisessa muuttaa lopullista arviota. Eri alkuarvoista lähdettäessä päädytään eri arvioon. Esimerkiksi jos koehenkilöitä pyydetään arvioimaan jotakin todennäköisyyttä niin, että heille arvotaan ensin jokin alkuarvo ja heitä pyydetään nostamaan tai laskemaan tätä arvoa kunnes he päätyvät arvioonsa, on huomattu, että tuo täysin merkityksetön alkuarvo vaikuttaa lopulliseen arvioon.

Tässä läpikäytyjä yksinkertaisia esimerkkejä ei voi suoraan soveltaa todellisiin päätöstilanteisiin. Tarkoituksena olikin hieman valottaa sitä, minkä tyyppisiä virheitä ihmisille tapahtuu, kun on kyse yksinkertaisistakin tehtävistä.

4. RISKIENHALLINTA JOHDON NÄKÖKULMASTA

Tämän työn tavoite on tutkia riskienhallintaa ylimmän johdon tasolla. Hallitus päättää yrityksen strategiasta, toimintasuunnitelmista ja muista suuren riskin sisältävistä päätöksistä. Erityisesti epäonnistuneiden liiketoimien jälkeen hallitusten toimintaan kiinnitetään huomiota ja hallitusta vaaditaan vastuuseen. Siksi hallitusten jäsenten on syytä pohtia tehtäviään ja hallituksen toimintaperiaatteita. Seuraavassa tarkastellaan ensin joitain hallitustyöskentelylle ominaisia piirteitä ja sitten hieman riskienhallintaa käytännön näkökulmasta.

4.1 Hallitustyöskentely

Hallituksen jäseniä sitoo oikeudellinen vastuu, mutta myös eettinen ja toiminnallinen vastuu siitä, että hallitustoimet hoidetaan ammattitaitoisesti. Hallituksen koko ja sen toiminta ovat yrityskohtaisia. Hallitusten jäsenten kokemuspohja ja teoreettiset tiedot ovat hyvin vaihtelevia. Tästä johtuen suomalaisten yritysten hallitukset ovat keskenään hyvinkin erilaisia. Hyvin toimivan hallituksen tulisi olla suureksi hyödyksi johtamalleen yritykselle. Tunnusomaisena hyvin toimivalle hallitukselle ei ole pidetty niinkään pitkälle kehittyneitä menetelmiä ja toimintamalleja, vaan oikeata asennetta hallitustehtäviin ja näiden tehtävien jäsenneltyä toteutusta.

Suomessa hyvää hallitustapaa ei ole laissa määritelty, mutta hallituksen tehtävät on säädetty osakeyhtiölaissa. Yhtiökokous on osakeyhtiön ylin päätäntäelin, mutta hallitus huolehtii yhtiön hallinnosta ja toiminnan asianmukaisesta järjestämisestä. Hallitus vastaa siitä, että yhtiö organisoidaan ja sitä johdetaan lain säännösten mukaisesti. Toimitusjohtaja hoitaa yhtiön juoksevaa hallintoa hallituksen antamien ohjeiden ja määräysten mukaisesti. Hallitus toimii siis ensinnäkin johdon valvojana. Toiseksi hallituksella on myös hallintotehtäviä,

jotka usein liittyvät epätavallisiin tai laajakantoisiin asioihin, jotka eivät kuulu toiminnan päivittäiseen johtamiseen. (ks. esim. Hirvonen ym. 1997)

Hallituksen toiminnan keskeisimpiä osa-alueita ovat säännösten noudattamisen valvonta, yrityksen strategian ja toimintasuunnitelmien muokkaaminen, yrityskuvan ja markkinointipolitiikan seuranta, henkilöstöpolitiikan valvonta, yhtiön varojen turvaaminen, taloudellisen raportoinnin ja budjettien seuranta ja tilinpäätös. Muita tärkeitä tehtäviä ovat mm. riskienhallinta- ja tietohallintojärjestelmien arviointi.

Hallituksen jäsen on sekä rikosoikeudellisessa että vahingonkorvausvastuussa toiminnastaan. Ratkaisevaa molemmissa on hallituksen mahdollinen huolimattomuus. Osakeyhtiölain mukaan tärkein edellytys vahingonkorvausvelvollisuuden syntymiselle on, että vahinko on aiheutettu toimimalla tahallisesti tai tuottamuksellisesti. Laki asettaa siis korkean vaatimuksen huolellisuusvelvoitteelle, koska pelkkä tuottamus voi olla riittävä. (Tilintarkastajien Oy - Ernst & Young 1997)

4.2 Riskienhallinnan käytäntöä ylemmässä johdossa

Käytännön riskienhallinnan kartoituksen vuoksi haastateltiin kolmea yritysjohtajaa UPM-Kymmene Oy:stä ja Neste Oy:stä sekä yhtä kummankin yrityksen hallituksessa toimivaa henkilöä. Tarkoituksena oli selvittää, mitkä riskit nähdään tärkeimmiksi ja mitä niiden hallitsemiseksi tehdään. Kiinnostavaa oli myös tietää, kuka on vastuussa riskien kartoituksesta. Rahoitusriskien osalta riskienhallintaa on käsitelty myös näiden yritysten vuosikertomuksissa. Osa tiedoista on koottu niistä.

Menestyksellinen liiketoiminta vaatii siis aina riskinottoa. Siksi riskienhallinta on olennainen osa ylimmän johdon työkenttää. Haastatteluissa ilmeni, että riskienhallinnassa käytetään useimmiten kokemuksen tuomaa tietoa: teoreettisia

lähestymistapoja riskipäätöksenteossa ei paljoakaan käytetä. Toisaalta niiden käyttöä ei myöskään erityisesti karteta.

Hallituksen tekemät tärkeimmät päätökset koskevat rahoitusta, hinnanhallintaa ja yksittäisiä suuria päätöksiä, kuten esimerkiksi uudelle toimialalle laajentaminen, tehtaan osto tai uuden yhteistyökumppanin valinta. Muita hallituksen tekemiä suuren riskin sisältäviä päätöksiä voi olla esimerkiksi yrityksen johdon valinta, fuusiot, teknologian valinta, strategian valinta jne.

Päätöksiä tehtäessä yrityksen johto esittelee asian hallitukselle, minkä jälkeen hallitus päättää asiasta. Yleensä hallituksen ei kuitenkaan tarvitse tehdä päätöstä heti, vaan se voi kokoontua useamman kerran ja käydä välillä keskusteluja päätettävästä asiasta. Tärkeiden päätösten lisäksi hallituksen tehtävänä on valvoa ja ohjata yrityksen toimintaa.

Päätettävän asian valmistelijalla, yleensä siis yrityksen johdolla, on suurin vastuu riskien kartoittamisessa. Hallituksen jäsenet tuovat oman osaamisensa ja kokemuksensa riskeistä ja niiden hallinnasta yleensä vasta keskustelu- ja päätösvaiheessa.

Tärkeimpiä yritysten riskejä ovat rahoitukseen liittyvät, kuten korko-, valuutta- ja sijoitusriskit sekä kilpailuun ja kilpailijoihin liittyvät riskit. Riippuen toimialasta yritys voi kohdata myös mm. tuotantoon, ympäristöön, energiaan, politiikkaan tai ihmisiin liittyviä riskejä.

4.2.1 UPM-Kymmene Oy

UPM-Kymmenen tavoite on olla markkinajohtaja tai ainakin kolmen parhaan joukossa toimialoillaan (aikakauslehtipaperit, sanomalehtipaperit, hienopaperit, pakkausmateriaalit, sahateollisuus, vaneriteollisuus, erikoistuotteet ja sellu). Suurella markkinaosuudella pyritään saamaan hintataso kuriin, koska hintastabiilitetti nähdään tärkeämmäksi kuin oligopolivoitto. Jos jollain toimialalla ei olla tarpeeksi vahvoja, toimintavaihtoehtoina ovat lisäinvestoinnit

tai alasta luopuminen. Asemia voidaan vahvistaa esimerkiksi tuotantolaitoksia ostamalla tai rakentamalla niitä itse. Ostaminen on luonnollisesti nopeampi vaihtoehto, mutta sopivaa ostokohdetta ei aina löydy.

UPM-Kymmenen yksi keskeisimmistä riskeistä ovat kilpailijat. Paperialalla kysyntä on vakaa, mutta tarjontapuolella on "häiriöitä". Esimerkiksi hyvässä suhdannetilanteessa, kun kassavirta on hyvä, tuottajat investoivat tuotannon lisäämiseksi, mistä seuraa ylitarjontaa markkinoilla ja se alentaa hintoja. Myös alan sykliisyys, erityisesti sellun myynnissä, heilauttelee hintatasoa.

Valuuttakurssin vaihtelut ovat riski, koska tuotantokustannukset ovat pääosin markoissa, kun myynti puolestaan tapahtuu muissa valuutoissa. Esimerkiksi Euroopassa myynti yleensä tapahtuu asiakkaan valuutassa. EMU:n myötä yhteisen valuutan odotetaan ensinnäkin vakauttavan hintatasoa ja toiseksi valuuttariski vähenee huomattavasti, koska UPM-Kymmenen myynnistä noin 85 prosenttia menee EU-markkinoille.

Korkoriski muodostuu lähinnä lainojen korkoehtojen riskeistä. Pitkällä aikavälillä lyhyeksi aikaa sidotut korot on havaittu sopivimmiksi. Siksi UPM-Kymmenellä korot on sidottu lyhimmillään puoleksi vuodeksi ja pisimmillään korkeintaan 18 kuukauden ajaksi. Jälleenrahoitusriskit minimoidaan huolehtimalla lainasalkun tasapainoisesta erääntymisaikataulusta ja lainojen riittävän pitkistä maturiteetista.

Korkosuojauksessa käytetään lähinnä korkoswappeja. Valuuttasuojausinstrumentteina käytetään pääasiassa termiinejä. Suojauspäätökset tekevät omat asiantuntijat. Vain sellaisia rahoitusinstrumentteja käytetään, joiden markkina-arvoa ja riskiprofilia voidaan jatkuvasti ja luotettavasti seurata. Rahoituksessa käytettävät rajat, kuten esimerkiksi likviditeetin minimi- ja maksimivaatimukset, on tarkasti määritelty yrityksen hallituksen hyväksymissä rahoitusperiaatteissa.

UPM-Kymmenen toimiala on syklinen, joten taseen kunnosta huolehtiminen esimerkiksi vakavaraisuuden ja likviditeetin osalta on tärkeää. Hyvä maksuvalmius pyritään säilyttämään kaikissa oloissa. Kassavarat sijoitetaan kohteisiin, joissa luottoriski on pieni. Tämä tarkoittaa, että sopimuksia tehdään vain luotettaviksi arvioitujen osapuolten kanssa.

Muita UPM-Kymmenelle ominaisia riskejä ovat energiaan, raaka-ainemarkkinoihin ja ympäristöön liittyvät riskit. Tällä hetkellä UPM-Kymmene on omavarainen energian saannin suhteen, mutta siitä voi tulla riski tulevaisuudessa. Raaka-ainemarkkinoilla riskinä on puun hinta ja saatavuus. Kuluttajat välittävät ympäristöasioista enemmän kuin aikaisemmin. Siksi ympäristöriskien hallinta on tärkeää, vaikka se lisääkin riskienhallinnan kustannuksia. Suomessa ympäristöasioista huolehtiminen on yleensä paremmin hoidettu kuin muualla maailmalla.

4.2.2 Neste Oy

Neste Oy:n merkittävimmät riskit aiheutuvat raakaöljyn hinnasta, dollarin kurssista ja jalostusmarginaalista. Jalostusmarginaali on jalostamon tuotannon tukkuarvo vähennettynä raaka-aine- ja muilla muuttuvilla kustannuksilla. Raakaöljyn hinnan ja dollarin kurssin vaihtelut voivat vaikuttaa kymmeniä miljoonia yrityksen tulokseen. Jalostusmarginaalin muutos dollarilla/barrel puolestaan voi tehdä satojen miljoonien eron tulokseen.

Raakaöljyn hintaa on vaikea ennustaa. Pitkällä aikavälillä öljyn kysyntä ja tarjonta määräävät hinnan. On olemassa kuitenkin paljon myös sellaisia tekijöitä, jotka vaikuttavat hintatasoon, mutta joiden todennäköisyyttä on vaikea arvioida: esimerkiksi OPEC:n toiminta, tuottajamaiden tapahtumat, kylmä talvi jne. Hintariskin hallitsemiseksi käytetään samantyyppisiä suojauksia kuin rahoituksessa (esim. futuurit). Esimerkiksi kun öljyn hinta on vahva, Neste saattaa myydä tulevaa tuotantoaan vähentääkseen hintariskiä. Neste on määrätietoisesti vähentänyt puhdasta raakaöljyn ja tuotteiden tradingtoimintaa riskin vähentämiseksi.

Hintariskiä pyritään hallitsemaan myös riskinjakosopimuksilla: myyjä ja ostaja kumpikin kattaa oman osuutensa tappiosta, jos hinta muuttuu. Riskinjakosopimukset voivat olla hyvinkin erilaisia ja ne sovitaan tapauskohtaisesti.

Nesteen on pidettävä öljyvarmuusvarastoja, joista aiheutuu joko varastovoittoa tai -tappiota hintavaihtelujen vuoksi. Talveksi joudutaan hankkimaan vielä lisävarastot, jotka myös pyritään suojaamaan hintariskiltä.

Nesteen rahoitusriskien hallinta perustuu yhtiön hallituksen hyväksymään riskienhallintapolitiikkaan. Korkoriski muodostuu pääosin veloista, sijoituksista ja liiketoiminnan kassavirroista. Korkoriskin hallinnassa käytetään käteisinstrumentteja ja johdannaissopimuksia. Käytettyjä johdannaissopimuksia ovat korun- ja valuutanvaihtosopimukset, korko- ja obligaatiotermiinit ja korko-optiot. Valuuttakurssiriski muodostuu lähinnä valuuttamääräisistä ja -sidonnaisista liiketoiminnan kassavirroista, saamisista ja veloista. Hallintaan käytetään valuuttatermiinejä ja -optioita sekä valuutanvaihtosopimuksia. Sisäisiä valuuttavirtoja pyritään tasapainottamaan niin, että ulkoisiin suojaustoimenpiteisiin ei aina tarvitse ryhtyä. Kassavirtoja suojaavat ulkoiset sopimukset ovat yhden päivän - 12 kuukauden pituisia. Luottoriski aiheutuu kassavarojen sijoittamisesta ja johdannaissopimukseen liittyvästä luottoriskistä. Näitä riskejä pyritään rajoittamaan tekemällä sopimuksia vain johtavien rahoituslaitosten ja välittäjien kanssa hyväksytyjen luottorajojen puitteissa.

Nesteelle ominaista ovat myös kemian teollisuuden riskit kuten tulipalot, onnettomuudet jne. Myyntikate on vakuutettu tällaisten riskien varalta. Onnettomuuden sattuessa yritys itse kattaa omavastuusuuden verran tappiosta.

Kilpailuriskejä arvioidaan kilpailijoita ja asiakastyytyvää seuramalla.

Nesteen yksi toimialoista on öljynetsintä, jossa joudutaan tekemään suuria investointeja ja voittojen toteutuminen saattaa viedä pitkänkin aikaa. Suurimmat

riskit ovat uusien esiintymien etsinnässä (ns. wild cat-exploration), koska öljyä ei mahdollisesti löydykään ja investoinnit ovat silloin menneet hukkaan. Jo löydettyjen esiintymien hyödyntämisessä on pienemmät riskit. Riskinä on kuitenkin mm., paljonko öljyä on esiintymässä ja paljonko tällöin investoinneille saadaan vastinetta. Varmuus esiintymän sisältämän öljyn määrästä on kuitenkin lisääntynyt kehittyneemmän teknologian ansiosta, joten riskit ovat pienempiä kuin ennen. Öljyn etsintä- ja tuotantoteollisuus on traditionaalisesti erittäin konservatiivista arvioidessaan esiintymän öljyvaroja, mikä pienentää riskiä. Toisaalta myös teknologia on kehittynyt, joten esimerkiksi öljyä saadaan nykyään enemmän maasta talteen kuin aikaisemmin. Neste on sekä riski- että kassavirtasyistä siirtynyt lähes kokonaan nopeasti tuotantoon saataviin kenttiin.

5. RISKIPÄÄTÖSTEN MALLINTAMINEN

Käytännössä sofistikoituja lähestymistapoja ei juurikaan käytetä riskienhallinnassa. Hallituksen jäsenillä ei kovin monimutkaisten analyysien tekemiseen olisikaan aikaa, mutta päätettävän asian valmistelijalta myös teoriapohjaista lähestymistapaa voisi vaatia esitettäväksi hallituksen päätöksenteon tueksi. Tässä luvussa käydään läpi kaksi hieman yksinkertaistettua, mutta todellisuudessa mahdollista päätöstilannetta, joiden analyysiin sovelletaan stokastista optimointia. Ensimmäinen esimerkki käsittelee metsäalan yrityksen viisivuotissuunnitelman laadintaa ja toinen öljynetsintäyrityksen suorittamia koeporauksia.

5.1 Metsäyritysesimerkki

5.1.1 Mallinnus

Tarkastellaan hypoteettista suomalaista metsäalan yritystä, joka valmistaa sahatavaraa, vaneria, sellua ja paperia. Yrityksen markkinat jakaantuvat neljään alueeseen: Eurooppa, Pohjois-Amerikka, Aasia ja muu maailma. Muotoillaan stokastinen malli, jonka tavoitteena on löytää yritykselle mahdollisimman hyvä viisivuotissuunnitelma, kun kriteerinä käytetään hyödyn odotusarvoa.

Sahan vuotuinen tuotantokapasiteetti on $500\,000\text{ m}^3$ ja vaneritehtaan $450\,000\text{ m}^3$. Sellua voidaan tuottaa $2\,500\,000$ tonnia ja paperia $2\,000\,000$ tonnia vuodessa. Kapasiteettia voidaan lisätä investoinnein, mutta se ei vähene tarkastelujakson aikana. Lisäys on käytettävissä tuotantoon päätöstä seuraavana vuonna. Kapasiteetin kasvulla on yläraja niin, että kapasiteettia voidaan kasvattaa korkeintaan tietyllä kertoimella tuotantolinjoittain viiden vuoden aikana. Saha- ja vanerikapasiteetille tämä kerroin on 1.5, sellu- ja paperikapasiteetille 2.0.

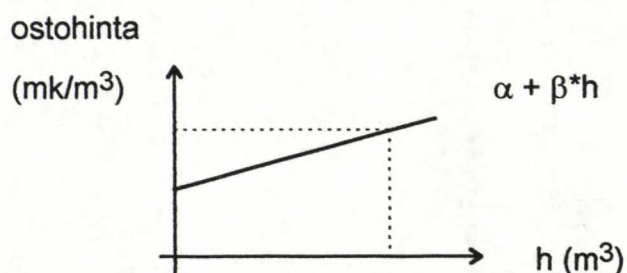
Kiinteät kustannukset riippuvat kapasiteetin suuruudesta ja tuotantolinjasta. Muuttuvat kustannukset, jotka voidaan jakaa raaka-aine-, tuotantokapasiteetin käyttö- ja muihin välittömiin kustannuksiin, riippuvat puolestaan tuotetusta määrästä tuotantolinjoittain. Raaka-ainekustannukset riippuvat ostetun puun määrästä ja hinnasta ja kapasiteetin käyttökustannukset kapasiteetin käyttöasteesta. Muut välittömät kustannukset käsittävät työvoima-, energia- yms. kulut. Taulukossa 3. kiinteät ja muut välittömät kustannukset on jaoteltu tuotantolinjoittain. Siinä kapasiteettiyksikkö on m³/vuosi tai tonnia/vuosi tuotantolinjasta riippuen.

TAULUKKO 3. Kiinteät ja muut välittömät kustannukset tuotantolinjoittain

Tuotantolinja	Kiinteät kustannukset mk per kapasiteettiyksikkö	Muut välitt. kustannukset mk per tuotettu yksikkö
Saha	100	500
Vaneri	300	2550
Sellu	500	810
Paperi	700	1700

Raaka-aineena yritys käyttää kuutta eri puulajia: mäntytukki, kuusitukki, koivutukki, mäntykuitupuu, kuusikuitupuu ja koivukuitupuu. Ostettavan puun hinta määräytyy lineaarisella funktiolla siten, että puun hinta on $\alpha + \beta \cdot h$, missä h on ostetun puun määrä ja α ja β puulajikohtaisia parametreja. Kuvassa 6. on hinnan määräytymistä kuvaava suora ja taulukossa 4. puulajikohtaiset parametrit α ja β .

KUVA 6. Esimerkki puun hinnan määräytymisestä

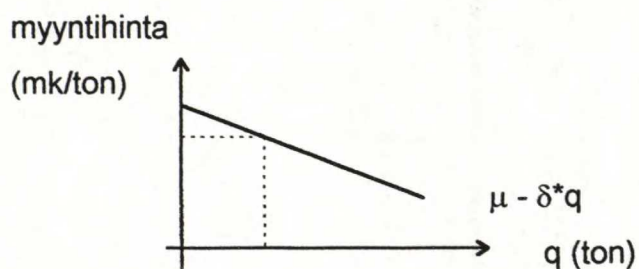


TAULUKKO 4. Puulajikohtaiset parametrit α (mk/m³) ja β (mk/m³/1000 m³)

Puulaji	α	β
Mäntytukki	190	0.2
Kuusitukki	150	0.1
Koivutukki	120	0.6
Mäntykuitupuu	180	0.013
Kuusikuitupuu	150	0.02
Koivukuitupuu	150	0.013

Tuotteiden myyntihinta määräytyy tuote- ja markkina-aluekohtaisesti kysyntäfunktiolla siten, että yrityksen saama hinta on $\mu - \delta \cdot q$, missä q on kysyntä eli myytävä määrä ja μ ja δ ovat parametreja, jotka on estimoitu kullekin tuotteelle ja markkina-alueelle erikseen. Kuvassa 7. on esimerkki myyntihinnan määräytymisestä ja taulukossa 5. tuote- ja markkina-aluekohtaiset parametrit μ ja δ .

KUVA 7. Esimerkki tuotteiden myyntihinnan määräytymisestä



TAULUKKO 5. Tuote- ja markkina-aluekohtaiset parametrit μ (mk/ton) ja δ (mk/ton/1000 ton)

Tuotantolinja	Markkinat	μ	δ
Saha	Eurooppa	1433	1.47
	Pohjois-Amerikka	1300	2.67
	Aasia	1400	3.07
	muu maailma	1500	3.67
Vaneri	Eurooppa	4350	0.80
	Pohjois-Amerikka	3950	2.00
	Aasia	3750	2.40
	muu maailma	3650	3.00
Sellu	Eurooppa	2400	0.25
	Pohjois-Amerikka	2650	0.32
	Aasia	2300	0.50
	muu maailma	2550	0.70
Paperi	Eurooppa	4500	0.16
	Pohjois-Amerikka	4700	0.40
	Aasia	4300	0.48
	muu maailma	4800	0.60

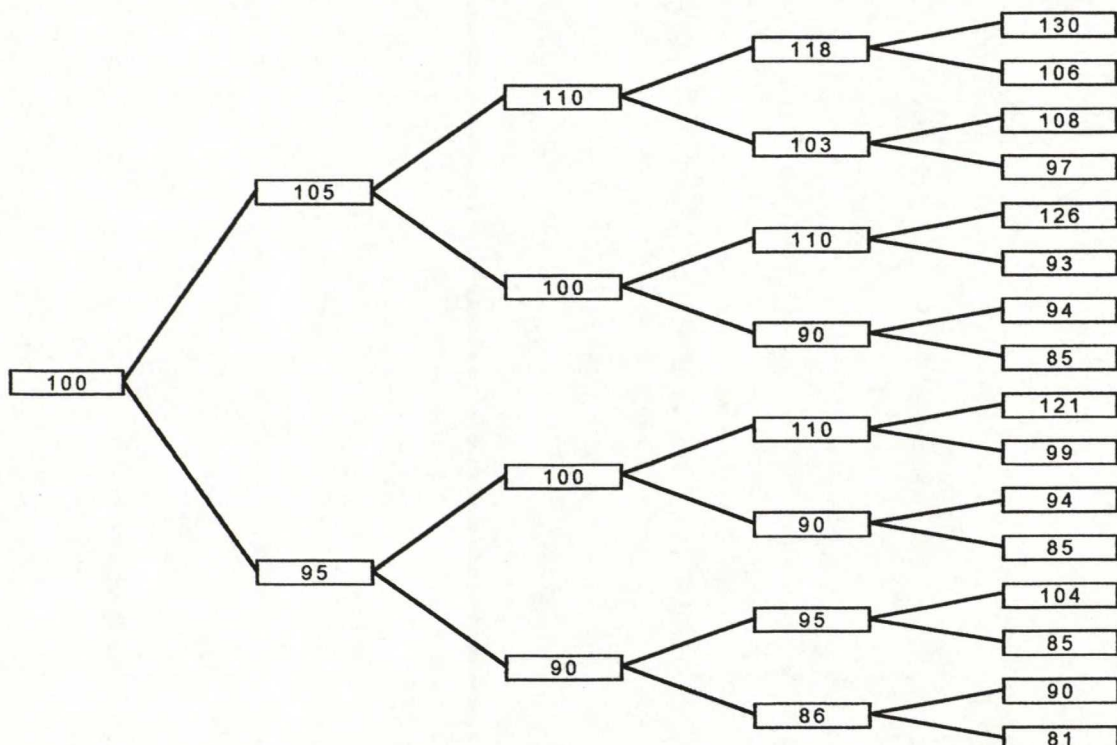
Kysyntä kasvaa vuosittain tuotekohtaisesti riippumatta kuitenkaan ajankohdasta ja markkina-alueesta. Kysyntäfunktioissa määrä q kasvaa tällöin kertoimella, joka riippuu tuotteesta, mutta on sama kullekin hintatasolle. Oletetaan, että sahatavaran kysyntä kasvaa keskimäärin 1.1 prosenttia, vanerin 1.75 prosenttia, sellun 2.75 prosenttia ja paperin 3.5 prosenttia vuodessa.

Oletetaan lisäksi, että myyntihintaan vaikuttaa kolme tekijää: globaalinen, tuotekohtainen ja aluekohtainen epävarmuus. Kunakin vuonna on käytettävissä hintainformaatio kyseiseen vuoteen asti, mutta tulevia hintoja voidaan arvioida vain ns. skenaariopuun pohjalta. Skenaariopuussa tulevien vuosien hinnat määräytyvät siten, että kunkin vuoden hintatasosta seuraavan vuoden hintatasoon siirryttäessä hinta voi muuttua joko korkeammaksi tai

matalammaksi. Ensimmäisen vuoden hinnat tiedetään varmuudella. Seuraavana vuonna voi olla silloin kahdenlaisia hintoja riippuen siitä, kumpi skenaarioista tapahtuu. Kolmantena vuonna hintavaihtoehtoja voi olla neljä riippuen skenaariosta, neljäntenä vuonna kahdeksan ja viidentenä eli viimeisenä vuonna 16 eri hintavaihtoehtoa. Jokaiselle tuotteelle ja markkina-alueelle on skenaariopuun solmuissa oma indeksinsä ja globaalille, yleiselle hinnannuutokselle oma indeksinsä.

Hintavaihtoehdot määräytyvät kolmen indeksiluvun perusteella seuraavasti. Kuvassa 8. ovat globaalit hintaindeksit suhteessa perusvuoteen. Myöhempien vuosien hintoja verrataan ensimmäisen vuoden hintaan, johon viitataan indeksillä 100. Toiseen vuoteen siirryttäessä hinta voi nousta tai laskea viidellä prosentilla. Kolmantena vuonna hinta voi palata alkuperäiselle tasolle tai nousta tai laskea edelleen. Viidenteen vuoteen mennessä hintataso on maksimissaan noussut 30 prosenttia tai laskenut 19 prosenttia. Vastaavasti määritellään kullekin tuotteelle ja markkina-alueelle hintaindeksit (ks. liite). Näiden kolmen indeksin yhteisvaikutus määritellään multiplikatiivisesti ja täten määräytyvät hintavaihtoehdot kullekin skenaariopuun solmulle.

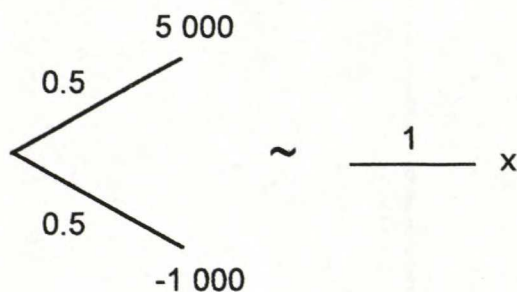
KUVA 8. Globaalinen hintaindeksi skenaariopuun solmuissa



Mallissa käytettävä hyötyfunktio on $U = \sum_t \beta^t (-\exp(-\gamma v_t))$, missä β on diskonttaustekijä, γ on riskiaversiokerroin (eli riskin karttamisen aste) ja v_t on liikevoitto vuonna t . Diskonttaustekijänä käytetään $\beta = 0.95$. Malli ratkaistaan riskiaversiokertoimen arvoilla 0.0001, 0.001 ja 0.01, jolloin voimme vertailla riskinottohalukkuuden vaikutusta. Kaikki kolme kerrointa viittaavat riskin karttamiseen, mutta mitä pienempi riskiaversiokerroin on sitä suurempi on riskinottohalukkuus.

Konkreettisemmän käsityksen riskiaversiokertoimista saamme tarkastelemalla uhkapeliä, jossa päätöksentekijällä on 0.5 mahdollisuus voittaa 5 000 milj. markkaa ja yhtäläinen mahdollisuus hävitä 1 000 milj. markkaa. Tätä verrataan riskittömään vaihtoehtoon, joka on varmuudella x markkaa. Olettaen, että indifferenssi uhkapelistä saadun hyödyn ja x :stä saadun hyödyn välillä pätee, voidaan päätöksentekijän riskinottohalukkuudesta tehdä päätelmiä. Esimerkiksi x :n arvo voidaan määrätä käyttäen hyötyfunktion riskiaversiokertoimena esimerkiksi $\gamma = 0.0001$.

KUVA 9. Uhkapelin ja riskittömän vaihtoehdon välinen indifferenssi



Tällöin indifferenssistä seuraa

$$.5 * (-\exp(-\gamma * 5\,000)) + .5 * (-\exp(-\gamma * (-1\,000))) = -\exp(-\gamma x),$$

josta sijoittamalla $\gamma = 0.0001$ saadaan

$$.5 * \exp(-.5) + .5 * \exp(.1) = \exp(-0.0001x)$$

Tästä saadaan ratkaisuna varmuusekvivalentti

$$x = -1/0.0001 * \ln (.5 * \exp(-.5) + .5 * \exp(.1)) = 1\,560 \text{ milj. mk.}$$

Täten siis riskiaversiokertoimen ollessa 0.0001 päätöksentekijä olisi valmis vaihtamaan uhkapelin 1 560 miljoonan markan ylittävään varmaan voittoon. Kertoimen ollessa 0.001 tai 0.01 eli riskinottohalukkuuden ollessa pienempi varmaekvivalenttikin on pienempi, toisin sanoen päätöksentekijä tyytyy pienempään voittoon välttääkseen riskinottoa. Riskiaversiokertoimen lähestyessä nollaa $x:n$ arvo lähenee uhkapelin odotusarvoa 2 000 milj. markkaa. Esimerkkitapauksessa $\gamma=0.0001$ riskipremio on 440 milj. markkaa.

Mallin yksityiskohtaisempaa kuvausta varten määritellään indeksijoukot, päätösmuuttujat, rajoitusyhtälöt sekä kohdefunktio seuraavasti:

Indeksit:

s = skenaariopuun solmu

s^- = solmua s edeltävä solmu skenaariopuussa

p = tuote (sahatavara, vaneri, sellu, paperi)

r = markkina-alue (Eurooppa, Pohjois-Amerikka, Aasia, muu maailma)

l = puulaji (mäntytukki, kuusitukki, koivutukki, mäntykuitupuu, kuusikuitupuu, koivukuitupuu)

Päätösmuuttujat:

x_p^s = tuotteen p tuotanto (1000 m³, 1000 ton) solmussa s

q_{pr}^s = tuotteen p myynti (1000 m³, 1000 ton) alueella r solmussa s

h_l^s = puun l osto (1000 m³) solmussa s

c_p^s = käytettävissä oleva kapasiteetti p (1000 m³/v, 1000 ton/v) solmussa s

u_p^s = kapasiteetin p lisäys (1000 m³/v, 1000 ton/v) solmussa s

v^s = liikevoitto solmussa s

Rajoitusyhtälöt (kullekin solmulle s):

$$\sum_p a_{pl} x_p^s \leq h_l^s \quad (\text{puun käyttö ja puun hankinta}),$$

missä a_{pl} = puulajin l kulutus per tuoteyksikkö p .

$$\sum_r q_{pr}^s \leq x_p^s \quad (\text{tuotteiden myynti ja tuotanto})$$

$$x_p^s \leq c_p^s \quad (\text{kapasiteettirajoitus})$$

$$c_p^s = c_p^{s-} + u_p^{s-} \quad (\text{investoinnit ja kapasiteetti}),$$

paitsi juurisolmulle s $c_p^s = c_p^0 = \text{alkukapasiteetti (vakio)}$.

$$c_p^s \leq \alpha_p c_p^0 \quad (\text{kapasiteetin yläraja}),$$

missä $\alpha_p = 1.5$ tai 2 tuotteesta p riippuen.

Liikevoitto v^s määräytyy muiden päätösmuuttujien perusteella totuttuun tapaan.

Maksimoitava kohdefuntio on tällöin

$$\sum_s p_s \beta_s \{-\exp(-\gamma v^s)\},$$

missä p_s on solmun s todennäköisyys ja β_s on solmuun s liittyvä diskonttaustekijä. Jos siis solmu s liittyy vuoteen t , $t=0,1,\dots,4$, niin $p_s = (1/2)^t$ ja $\beta_s = \beta^t$.

5.1.2 Tulosten raportointi

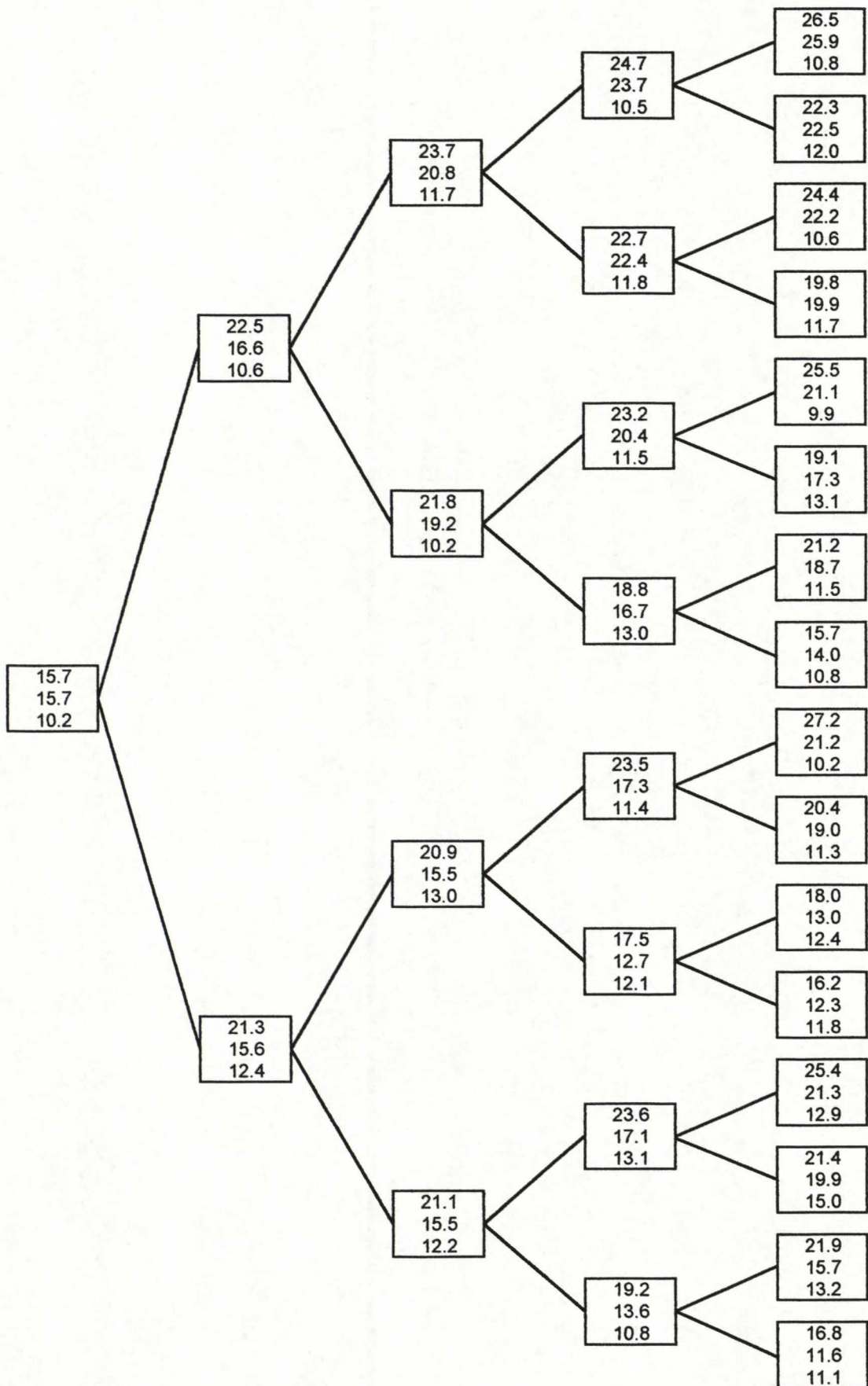
Malli ratkaistaan GAMS/MINOS-ohjelmistoa käyttäen (Brooke ym. 1992) edellä mainituilla oletuksilla maksimoiden hyödyn odotusarvoa.

Tarkastellaan kuhunkin optimiratkaisuun liittyvää liikevaihtoa, liikevoittoa ja investointeja. Tulosten havainnollistamiseksi voimme tarkastella eri riskiaversiokertoimen arvoilla saatuja tuloksia käyttäen skenaariopuuta, jossa jokaiselle puun solmulle on oma laatikkonsa. Ylimpänä kussakin laatikossa on riskiaversiokertoimen arvolla 0.0001 saatu optimiratkaisu, seuraavana riskiaversiokertoimen arvolla 0.001 ja alimpana arvolla 0.01 saatu tulos. Toisin sanoen ylimpänä on aina tapaus, jossa riskinottohalukkuus on suurin ja alimpana tapaus, jossa riskiä kartetaan eniten.

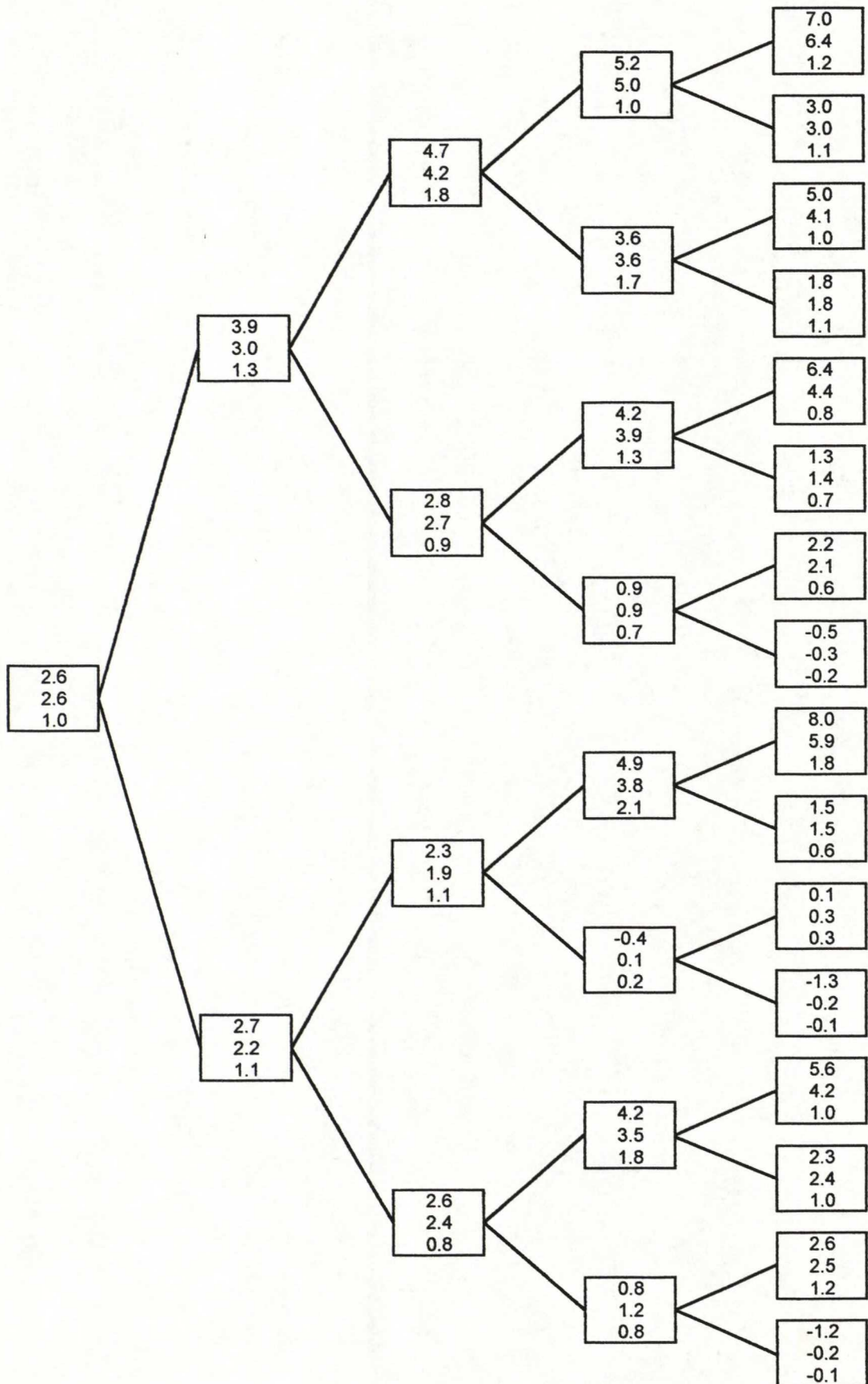
Tarkastellaan ensin liikevaihdon ja liikevoiton muuttumista, kun riskinottohalukkuus vaihtelee. Liikevoitto on tulos ennen rahoitustuottoja ja -kuluja, varauksia ja veroja.

Liikevaihto (kuva 10.) on sitä suurempi mitä enemmän riskejä ollaan valmiit ottamaan. Kun hintataso on nousussa, liikevaihto kasvaa hitaimmin tapauksessa, jossa riskejä kartetaan eniten. Jos ensimmäisen vuoden jälkeen hintataso nousee (skenaariot 1-8), liikevaihdon ero tapauksien välillä, joissa riskiaversiokerroin on 0.01 ja 0.001, on huomattavasti suurempi kuin niiden tapauksien välillä, joissa kerroin on 0.001 ja 0.0001. Jos taas ensimmäisen vuoden jälkeen hintataso laskee, useimmiten päinvastoin kuin edellä liikevaihdon kasvu on suurempi niiden tapauksien välillä, joissa kerroin on 0.001 ja 0.0001. Tarkastellaan vielä kuitenkin liikevoittoa ennen johtopäätösten tekoa.

KUVA 10. Liikevaihto (mrd mk)



KUVA 11. Liikevoitto (mrd mk)



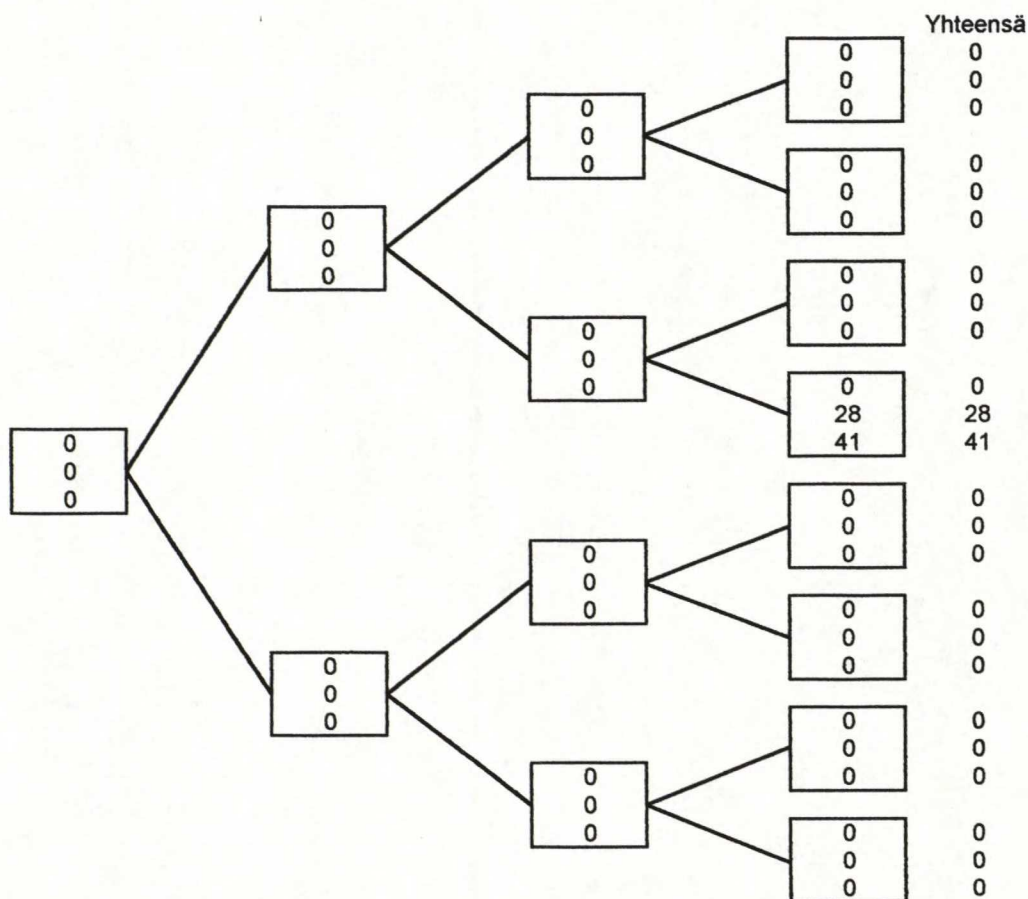
Liikevoitto (kuva 11.) on useimmiten sitä suurempi mitä enemmän riskejä ollaan valmiit ottamaan. Liikevoittoa tutkimalla näemme selkeämmin, kuinka riskinoton määrä vaikuttaa. Kun hintataso on nousussa (skenaario 1), riskinotto kannattaa. Liikevoitto on suurempi ja kasvaa nopeammin riskialteimmassa tapauksessa. Toisaalta kun hinnat laskevat (esim. skenaario 16) niin paljon, että liikevoitosta tulee negatiivinen, tappiot ovat pienempiä vähemmän riskejä otettaessa. Vuosittain tarkasteltaessa liikevoiton ero on lähes aina suurempi tapauksien, joissa kerroin on 0.001 ja 0.01, välillä kuin tapauksien, joissa kerroin on 0.0001 ja 0.001, välillä. Riskiaversiokertoimen laskemisesta 0.01:stä 0.001:een on liikevoittoon suhteellisesti suurempi vaikutus kuin kertoimen laskemisesta 0.001:stä 0.0001:een.

Vastaten tapauksia $\gamma=0.0001$, 0.001 ja 0.01, liikevoiton nykyarvon odotusarvo on 13.3, 11.9 ja 4.8 mrd mk ja liikevoiton nykyarvon keskihajonta on 1.4, 1.1 ja 0.4 mrd mk. Odotusarvo siis laskee riskinottohalukkuuden laskiessa. Riskiaversiokertoimen muuttuessa 0.0001:stä 0.001:een odotusarvo laskee vain noin 10 prosenttia, mutta kertoimen muuttuessa 0.001:stä 0.01:een odotusarvo laskee huomattavasti, lähes 60 prosenttia. Jälleen kertoimen laskemisesta 0.01:stä 0.001:een johtuva muutos on huomattavasti suurempi kuin kertoimen laskemisesta 0.001:stä 0.0001:een. Myös keskihajonta laskee riskinottohalukkuuden laskiessa. Mitä vähemmän riskejä otetaan sitä pienempää liikevoiton heilahtelu on. Nämä johtopäätökset ovat hyvin sopusoinnussa vakiintuneen portfolioteorian kanssa.

Yrityksen päätöksentekijöille jää ratkaistavaksi, minkä verran riskejä voidaan ja halutaan ottaa. Liikevaihdon, liikevoiton ja odotusarvojen perusteella paras riskiaversiokerroin on luonnollisesti $\gamma=0.0001$ eli eniten riskejä ottava vaihtoehto, niin saadaan suurimmat liikevaihdot ja -voitot, mutta toisaalta samalla saadaan myös isoimmat liiketappiot, jos markkinoiden kehitys on epäsuotuisaa. Jos päätöksentekijät haluavat pienentää liiketappioriskiä, keskimäinen vaihtoehto ($\gamma=0.001$) vaikuttaa houkuttelevalta, koska silloin liikevaihto ja liikevoitto eivät laske niin dramaattisesti kuin riskiä eniten karttavassa tapauksessa.

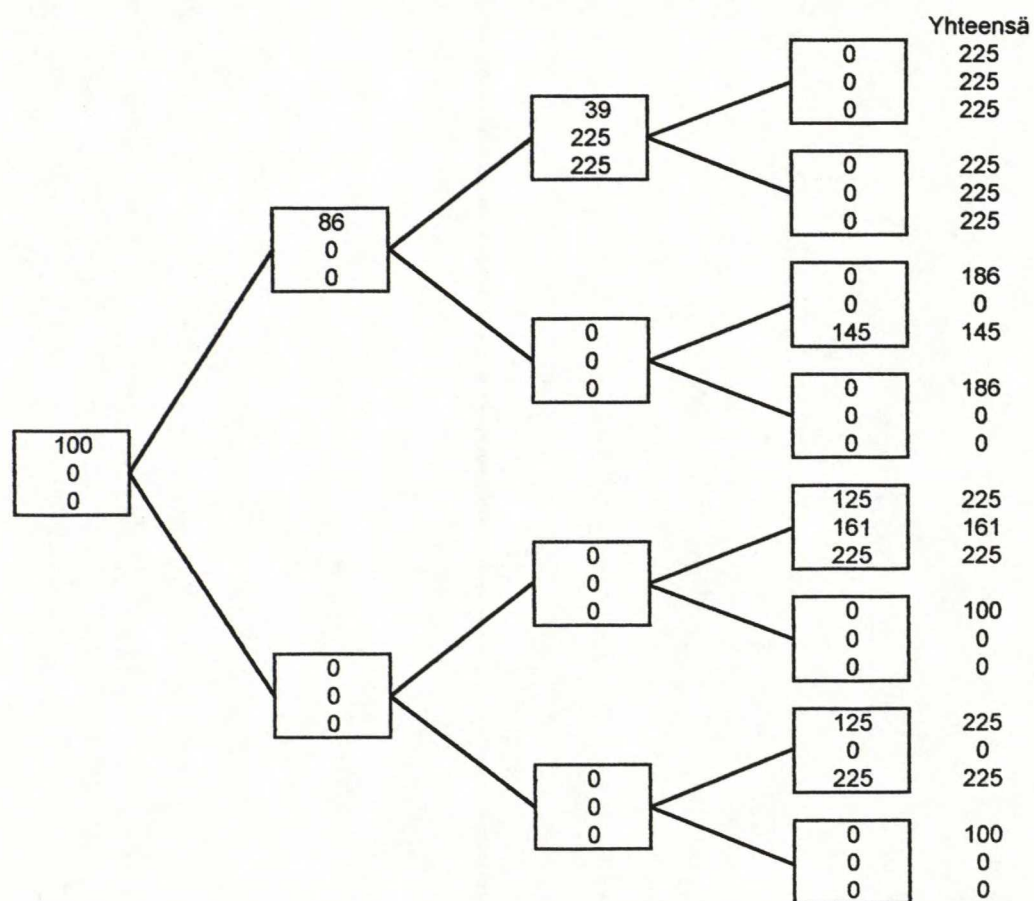
Tarkastellaan vielä investointeja. Investointeja ei tehdä viimeisenä vuotena, koska investoinnit olisivat hyödynnettävissä vasta seuraavalla kaudella. Kuvissa 12-15 investoinnit on ilmoitettu lisäyksikköinä ja yhteensä-sarakkeessa on kunkin skenaarion yhteenlasketut neljän vuoden aikana tehdyt investoinnit.

KUVA 12. Sahan kapasiteetti-investoinnit (1 000 m³/v)



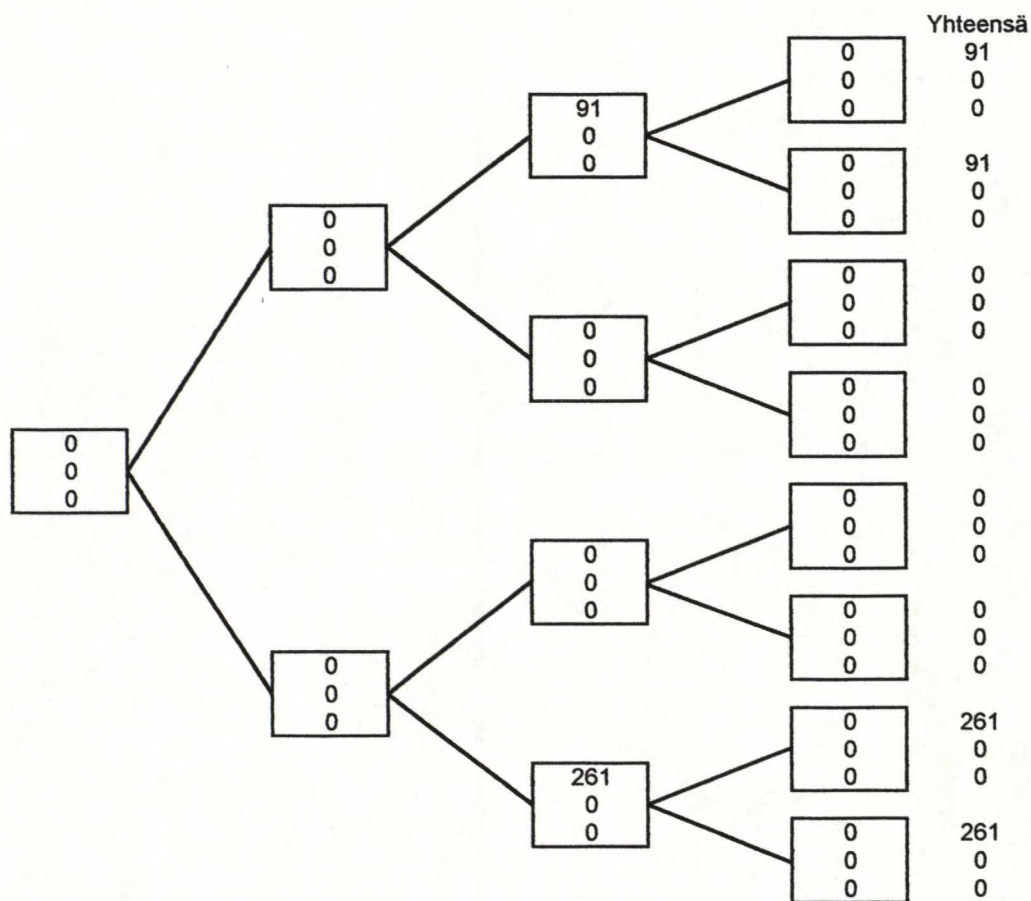
Sahatuotantolinjalla investointeja tehdään vain neljäntenä vuonna. Maksimissaan investointeja voisi tehdä 250 000 m³, mutta investoinnit ovat hyvin pieniä. Vähiten riskejä ottavassa vaihtoehdossa investoidaan 41 000 m³. Riskin oton kasvaessa vähennetään investointeja 28 000 ja lopulta nolnaan. Vastoin odotuksia sahatuotantolinjalla investoinnit vähenevät sitä mukaan kun riskinottoa lisätään. Muina vuosina ja muissa skenaarioissa investointeja ei tehdä.

KUVA 13. Vanerituotantolinjan kapasiteetti-investoinnit (1 000 m³/v)



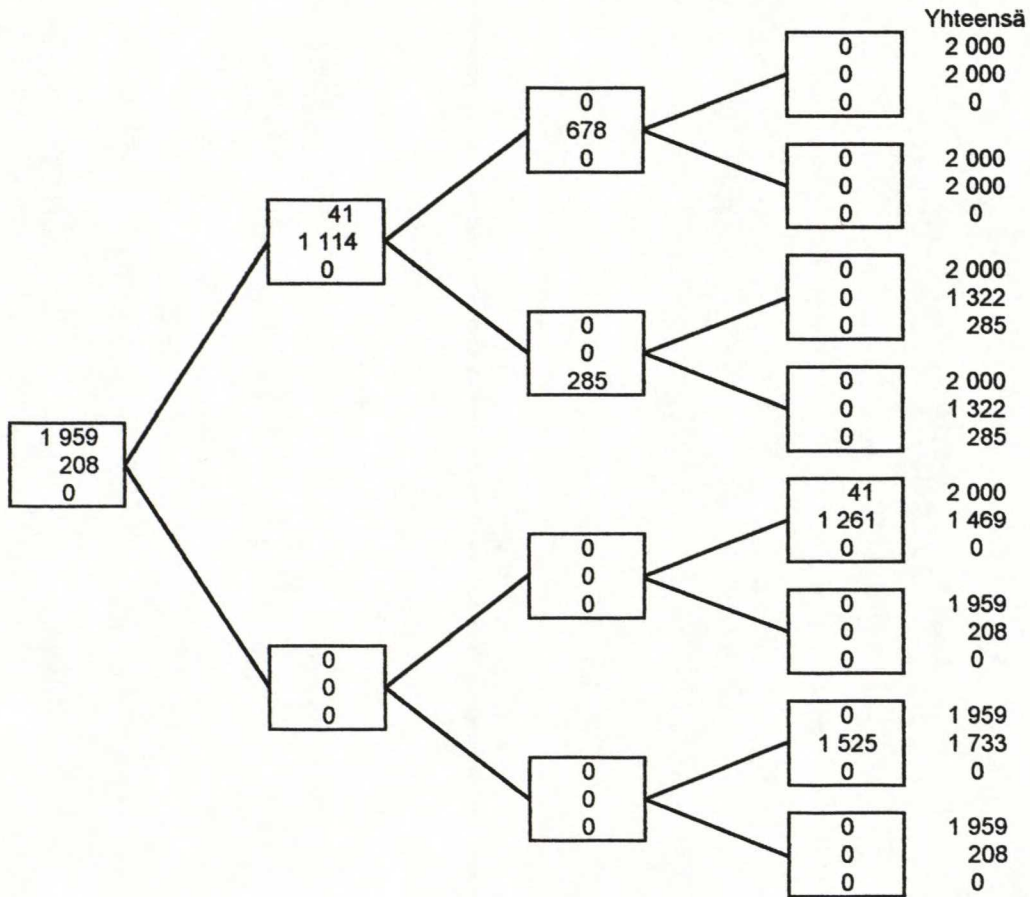
Vanerin tuotantoon investoidaan kapasiteetin ylärajan saavuttava 225 000 m³ kymmenessä tapauksessa 24:stä. Esimerkiksi ensimmäisessä skenaariossa kaikissa kolmessa eri riskitilanteessa investoidaan suurin mahdollinen määrä. Kertoimen ollessa 0.0001 investoidaan täysi määrä kolmen ensimmäisen vuoden aikana, kun taas tapauksissa, joissa riskiaversiokerroin on 0.001 ja 0.01, investoidaan 225 000 m³ kolmantena vuonna. Suotuisan hintakehityksen vuoksi neljäntenä vuonna investoitaisiin vielä lisää, jos kapasiteetin kasvun ylärajaa ei olisi saavutettu. Huomionarvoista on myös se, että aina kun hintataso laskee, investoinnit lopetetaan.

KUVA 14. Sellutuotantolinjan kapasiteetti-investoinnit (1 000 tonnia/v)



Sellutuotantolinjalla investoinneilla voisi hankkia viiden vuoden aikana yhteensä 2 500 000 lisäyksikköä, mutta investointeja tehdään vähän. Vain kolmantena vuonna tapauksessa, jossa ollaan valmiit ottamaan eniten riskejä, investoidaan joko 91 000 tai 261 000 tonnia; näistä skaalaekonomian vuoksi ainakin ensimmäinen on liian pieni yksikkö.

KUVA 15. Paperituotantolinjan kapasiteetti-investoinnit (1 000 tonnia/v)



Paperin tuotannon maksimi-investointi on 2 000 000 tonnia. Noin puolessa tapauksista maksimi tai lähes maksimi investoidaankin. Esimerkiksi ensimmäisessä skenaariossa riskialtiimmissa vaihtoehdoissa täysmäärä investoidaan kahden ja kolmen ensimmäisen vuoden aikana. Investointeja tehtäisiin vielä lisää, jos kapasiteetin ylärajaa ei olisi. Paperilinjan investoinneissa näkyy selkeästi se, että mitä enemmän ollaan valmiit ottamaan riskejä sitä suuremmat investoinnit tehdään.

5.2 Öljynetsintäesimerkki

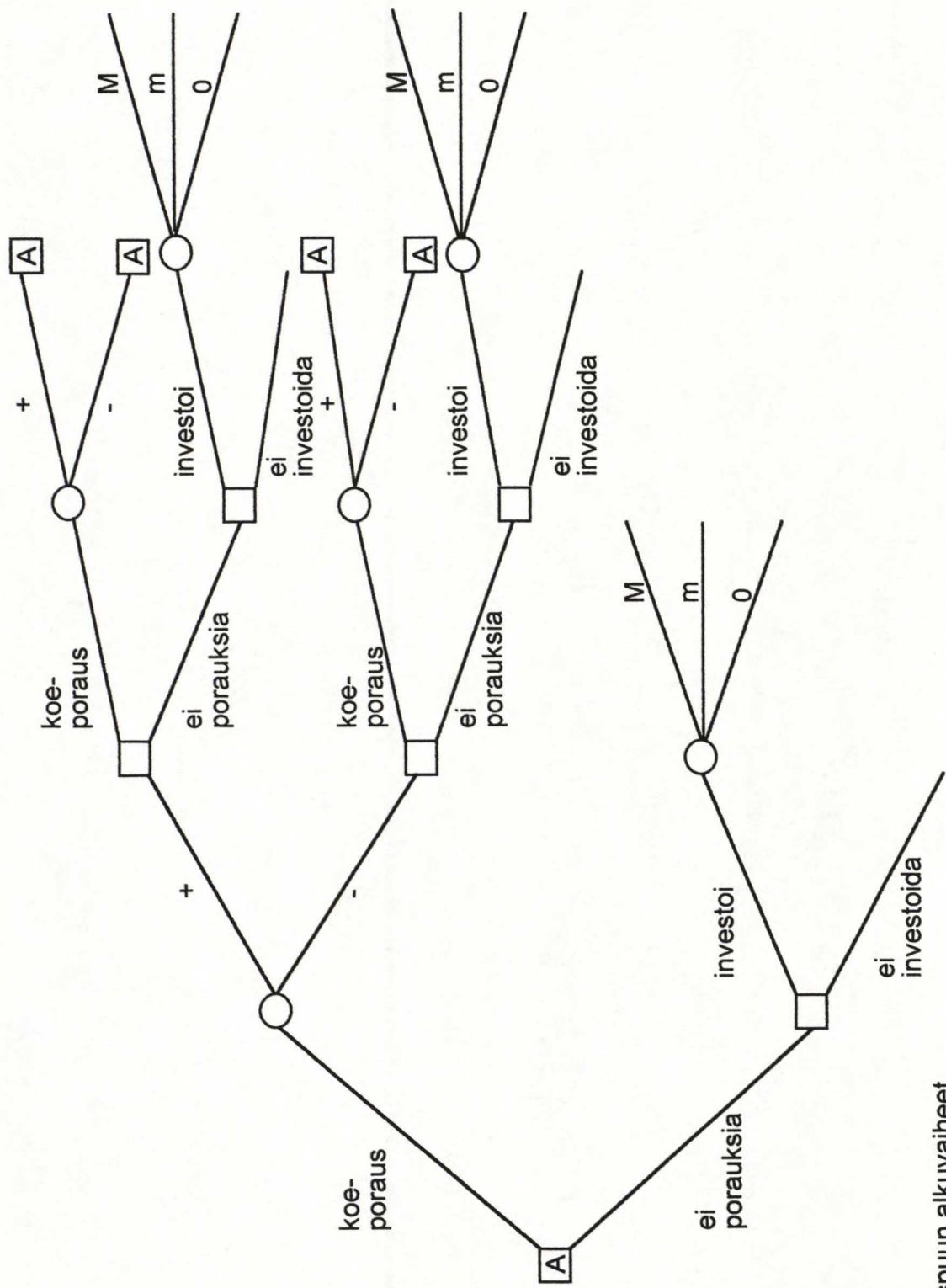
Toisena esimerkkinä tarkastellaan öljyä etsivän yrityksen päätösongelmaa liittyen koeporausstrategiaan tietyllä potentiaalisella öljykentällä.

Öljynetsintä alkaa geologisilla tutkimuksilla. Geologit käyttävät nykypäivänä pitkälle kehittyneitä teknologiaa etsiessään mahdollisia öljyesiintymiä: esimerkiksi ilmakuvauksia, satelliittikuvia ja maapallon magneettikenttiä ja painovoimaa mittaavia laitteita. Tärkein työkalu parhaimman paikan määrittämisessä ovat kuitenkin seismiset mittaukset. Päätös koeporauksista tehdään yleensä juuri seismisten mittausten perusteella.

Poraus on etsinnän viimeinen vaihe ja tuotannon ensimmäinen vaihe. Ainoastaan porauksilla voidaan saada varmuus, onko alueella öljyä vai ei. Ensimmäistä koeporauksista mahdollisesti öljyä sisältävään maaperään kutsutaan wild catiksi. Wild catien perusteella tehdään päätös tuotannosta, lisäporauksista tai lopettamisesta. Kalliit poraukset ja suuret riskit tekevät öljyn etsinnästä yhden kalleimmista öljyntuotannon vaiheista.

Oletetaan, että öljyä etsivän yrityksen geologit ovat paikantaneet alueen, jossa tutkimusten perusteella voi olla öljyä. Geologit arvioivat, että 20 prosentin todennäköisyydellä öljyä on niin paljon, että sitä voidaan hyödyntää kaupallisesti, 30 prosentin todennäköisyydellä sitä on, mutta niin vähäisessä määrin tai sen laatuista, ettei sen tuottaminen ole kovinkaan kannattavaa, ja 50 prosentin todennäköisyydellä öljyä ei ole tai sitä on hyvin vähän. Merkitään näitä tapauksia M:lla, m:lla ja 0:lla ja näihin liittyvää todennäköisyysvektoria $p_0=(p_0(k))=(0.2, 0.3, 0.5)$, missä siis $k \in \{M, m, 0\}$.

Yritys harkitsee koeporausten suorittamista. Yksi koeporaus maksaa 10 miljoonaa dollaria, jota merkitään C:lla. Koeporaus tuottaa joko positiivisen (öljyä on) tai negatiivisen (öljyä ei ole) tuloksen. Merkitään positiivisen tuloksen todennäköisyyttä p_1 :llä ja negatiivisen tuloksen todennäköisyyttä p_2 :lla. Jokaisen koeporausten jälkeen voidaan joko jatkaa koeporauksia tai lopettaa. Kun koeporaukset lopetetaan, päätetään, investoidaanko öljyn tuottamiseksi vai ei. Päätöspuu kuvassa 16. kuvaa päätöstilannetta kahden ensimmäisen koeporauskierroksen verran. Päätöspuu jatkuu niin, että koeporauskierroksia tulee peräjälkeen yhteensä korkeintaan yhdeksän.



KUVA 16. Päätöspuun alkuvaiheet

Jos yritys päättää aloittaa öljyntuotannon ja jos öljyä on riittävästi (tapaus M), yritys saa öljyntuotannosta voittoa 1 000 miljoonaa dollaria. Tapauksessa m voittoa kertyy vain 80 miljoonaa dollaria. Jos öljyä ei olekaan (tapaus 0), yritys joutuu kattamaan 300 miljoonan kustannukset. Lisäksi tulevat vielä koeporauksista aiheutuvat kustannukset. Merkitään näiden tuottojen vektoria $a=(a(k))=(1\ 000, 80, -300)$.

Geologit ovat arvioineet myös, millä todennäköisyydellä koeporaus tuottaa positiivisen tai negatiivisen tuloksen kussakin kolmessa tapauksessa. Jos öljyä on paljon, koeporaus tuottaa positiivisen tuloksen 0.6 todennäköisyydellä ja negatiivisen tuloksen 0.4 todennäköisyydellä. Jos öljyä on vähän, koeporaus näyttää positiivista 0.2:n ja negatiivista 0.8:n todennäköisyydellä. Kun öljyä ei ole tai sitä on hyvin vähän, on mahdollista 0.1 todennäköisyydellä, että koeporaus tuottaa positiivisen tuloksen. 0.9 todennäköisyydellä koeporauksen tulos on negatiivinen, kun öljyä ei ole. Yhteenveto näistä oletuksista on taulukossa 6.

TAULUKKO 6. Koeporauksen tuloksen todennäköisyydet

Tapaus	Koeporauksen tulos	
	+	-
M	0.6	0.4
m	0.2	0.8
0	0.1	0.9

Merkitään näitä todennäköisyysvektoreilla $p^+=(p^+(k))=(0.6, 0.2, 0.1)$ ja $p^-=(p^-(k))=(0.4, 0.8, 0.9)$.

Koeporauksien tulosten todennäköisyydet muuttuvat sen mukaan, mitä useampia koeporauksia suoritetaan. Myöhempien koeporauksierrosten tulosten todennäköisyyksien laskemiseen käytetään ehdollisten todennäköisyyksien laskemiseen tarkoitettua Bayesin teoreemaa, jonka pohjana on yksinkertainen todennäköisyyslasku: jos tapahtumille A ja B pätee $p(A)=p(A|B)$, ne ovat

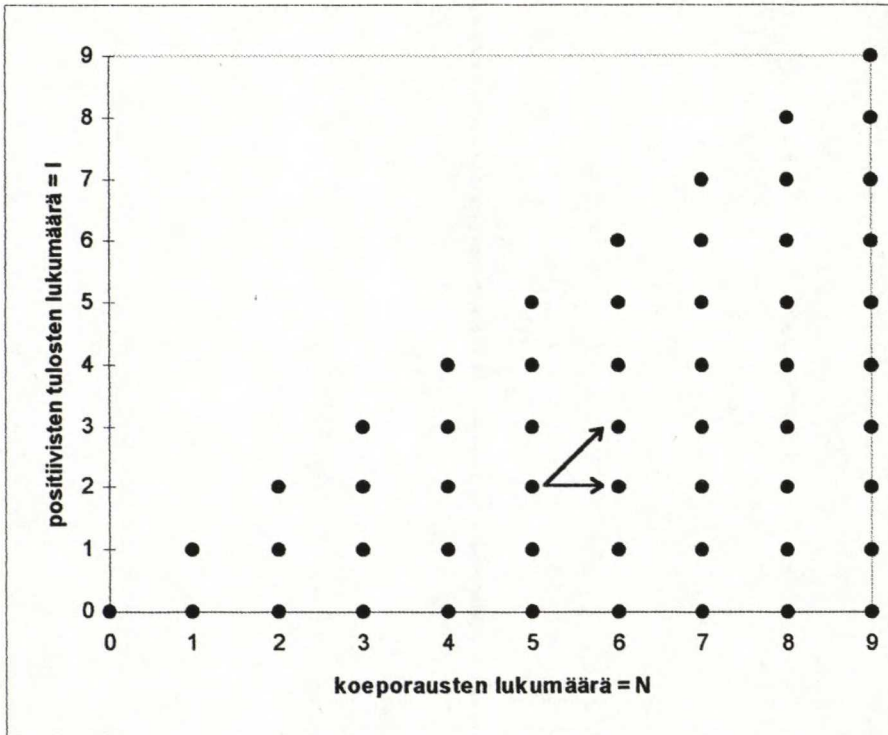
toisistaan riippumattomia. Vastaavasti, jos $p(A) \neq p(A|B)$, A ja B ovat toisistaan riippuvia eli A:n todennäköisyys muuttuu, jos tiedetään, että B on tapahtunut. Kun A ja B ovat toisistaan riippuvia, yhteinen todennäköisyys on $p(AB) = p(A) \cdot p(B|A)$ ja A:n ehdollinen todennäköisyys, kun B on havaittu, on

$$p(A|B) = \frac{p(A) p(B|A)}{p(B)}.$$

Nyt yrityksen täytyisi päättää aloittaako koeporaukset. Kiinnostavaa on myös tietenkin paljonko tuottoa tai tappiota voidaan odottaa, jos koeporaukset ja mahdollisesti myös tuotanto aloitetaan.

Tilannetta voidaan tarkastella kuvassa 17. olevan taulukon avulla. Vaaka-akselilla on koeporausten lukumäärä ja pystyakselilla positiivisten tulosten lukumäärä. Merkitään koeporausten lukumäärää N:llä ja positiivisten tulosten lukumäärää I:llä. Mustat pallot kuvaavat mahdollisia tulemia, kun koeporauksia suoritetaan enintään yhdeksän. Kun koeporauksia ei vielä ole tehty (N=0), positiivisten tulosten määrä voi olla luonnollisesti vain nolla. Kun koeporauksia on tehty yksi (N=1), positiivisia tuloksia voi olla nolla tai yksi. Eli kun koeporauksia on suoritettu N kappaletta, positiivisia tuloksia voi olla nolasta N:n kappaletta. Lähtöpisteestä voidaan siis siirtyä joko horisontaalisesti yksi pykälä eteenpäin silloin, kun koeporaus näyttää negatiivista, tai yksi pykälä yläviistoon oikealle, kun koeporaus tuottaa positiivisen tuloksen (ks. nuolet kuvassa 17).

KUVA 17. Koeporausten tilakaavio



Kuvassa 17. mitä tahansa solmupistettä voidaan merkitä (I, N) :llä. Todennäköisyys sille, että N :stä koeporauksesta saadaan I positiivista tulosta, jos öljykenttä on tyyppiä k , ($k \in \{M, m, 0\}$), on binomijakautuman mukaisesti

$$p_I^N(k) = \binom{N}{I} (p^+(k))^I (p^-(k))^{N-I}.$$

Bayesin teoreeman mukaan pisteessä (I, N) todennäköisyys M :lle on

$$\begin{aligned} p(M) &= \frac{p\{M \text{ ja } I \text{ positiivista } N\text{:stä kokeesta}\}}{\sum_k p\{I \text{ positiivista } N\text{:stä kokeesta tapauksessa } k\}} \\ &= \frac{p_0(M) * p_I^N(M)}{\sum_k p_0(k) * p_I^N(k)}. \end{aligned}$$

Vastaavasti saadaan pisteessä (I, N) Bayesin teoreemasta myös todennäköisyydet $p(m)$ ja $p(0)$ tiloille m ja 0 .

Olkoon $V(I,N)$ voiton maksimaalinen odotusarvo pisteessä (I,N) . Odotusarvossa on otettu huomioon myös N :n koeporausten kustannukset. Jos pisteessä (I,N) koeporausta jatketaan yhdellä ja se näyttää positiivista, siirrytään pisteeseen $(I+1,N+1)$ ja jos koeporauksen tulos on negatiivinen, siirrytään pisteeseen $(I,N+1)$. Positiivisen tuloksen todennäköisyys on $p_1 = \sum_k p(k) * p^+(k)$ ja negatiivisen $p_2 = \sum_k p(k) * p^-(k)$. Näiden avulla voimme kirjoittaa lausekkeen, joka antaa voiton odotusarvolle alarajan pisteessä (I,N) silloin, kun koeporaus suoritetaan: $V(I,N) \geq p_1 * V(I+1,N+1) + p_2 * V(I,N+1)$.

Jos pisteessä (I,N) koeporauksia ei suoriteta, "ei investoida"-vaihtoehdon voiton odotusarvo on $-NC$. Investoinnin tapauksessa odotusarvo voidaan laskea seuraavasti:

$$\sum_k p(k) * a(k) - NC,$$

missä $k \in \{M, m, 0\}$ sekä $p(k)$ on tapauksen k todennäköisyys ja $a(k)$ tapauksen k voitto (tappio).

Yhdistämällä edelliset saamme pisteessä (I,N) optimaalisen voiton odotusarvon siis lausekkeesta:

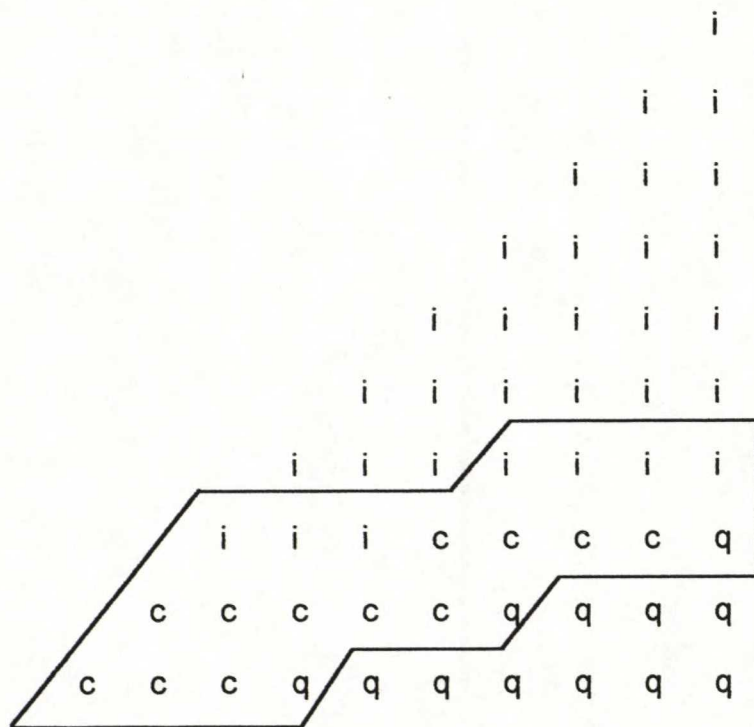
$$V(I,N) = \max \{ p_1 * V(I+1,N+1) + p_2 * V(I,N+1), \max \{ -NC, \sum_k p(k) * a(k) - NC \} \}.$$

Sulkujen sisällä oleva maksimointilauseke valitsee odotusarvoltaan paremman "ei investoida" ja "investoi" vaihtoehdoista. Ensimmäinen maksimointilauseke puolestaan valitsee paremman "koeporaus" ja "ei porauksia" vaihtoehdoista.

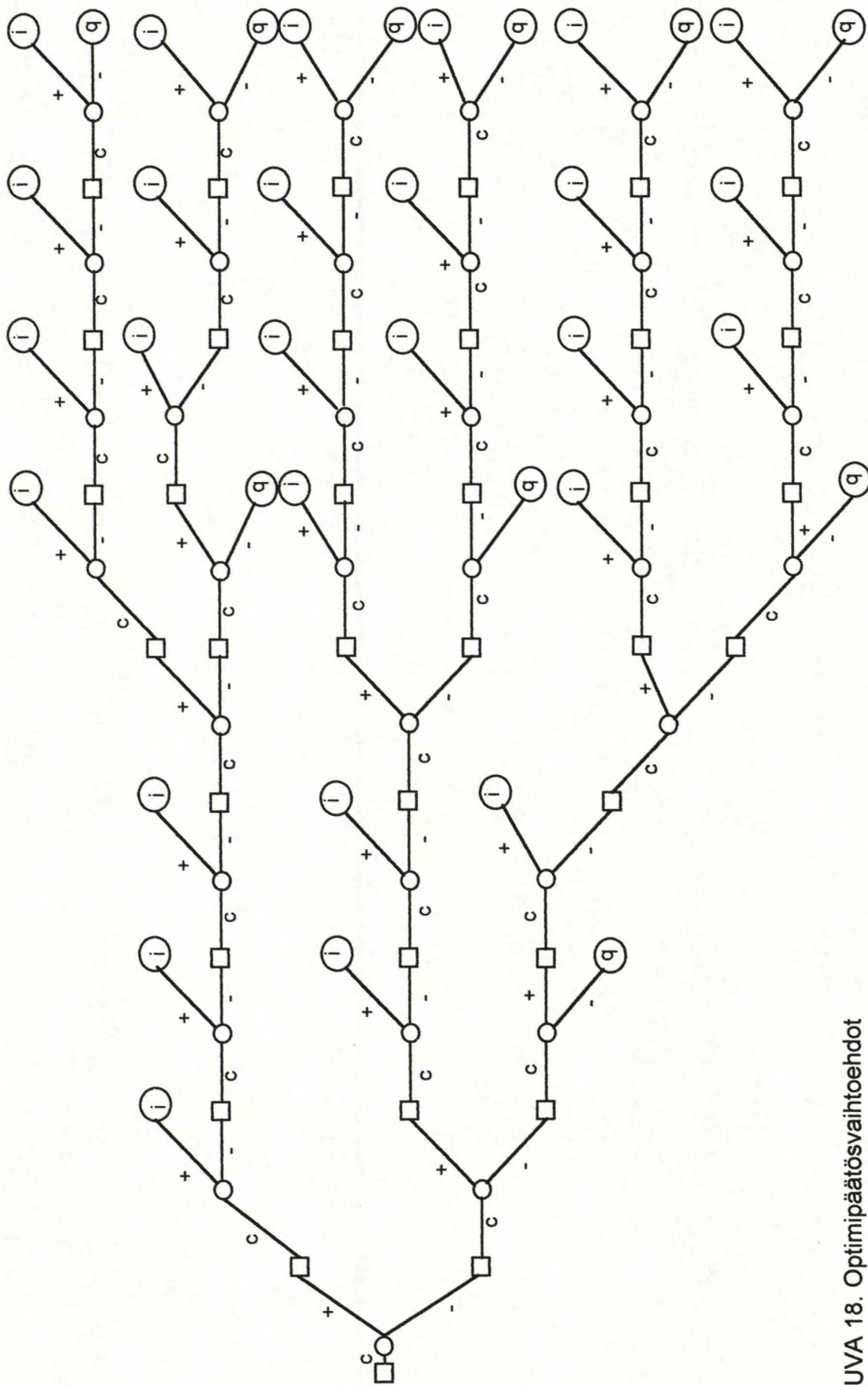
Käytäessä läpi kuvan 17. reittisolmut (I,N) , järjestyksessä $N=9, 8, \dots, 0$, saadaan sekä voiton odotusarvot $V(I,N)$ että taulukko optimipäätösvaihtoehdoista. Jos määrättyssä solmussa (I,N) koeporauksia päätetään jatkaa, taulukkoon 6 merkitään 'c' kohtaan (I,N) . Jos koeporaukset lopetetaan ja päätetään investoida, taulukkoon tulee 'i' ja jos taas ei investoida tulostuu 'q'. Taulukkoa luetaan niin, että lähtöpisteestä voidaan siirtyä vaakasuorasti yksi pykälä oikealle, silloin kun koeporauksen tulos on negatiivinen ja yksi pykälä oikealle

yläviistoon, silloin kun tulos on positiivinen. Tässä tapauksessa mahdollisia pisteitä ovat vain rajatulla alueella olevat pisteet.

TAULUKKO 7. Optimipäätösvaihtoehdot



Taulukko 7. voidaan esittää myös päätöspuun muodossa (kuva 18). Tällöin reitit optimipäätösvaihtoehtoihin ovat selkeämmin havaittavissa. Symbolit ovat samat kuin taulukossa 7: 'c' tarkoittaa, että koeporauksia jatketaan, 'i' koeporauksien lopettamista ja investointia ja 'q' porausten lopettamista ja investoimatta jättämistä. Esimerkiksi, kun katsotaan päätöspuun alkua, ensimmäisen koeporauksen tulos voi olla positiivinen tai negatiivinen. Jos tulos on positiivinen, koeporauksia jatketaan. Jos toisestakin koeporauksesta tulos on positiivinen, päätetään investoida öljyn tuottamiseksi. Jos taas toisen koeporauksen tulos on negatiivinen, jatketaan koeporauksia jne.



KUVA 18. Optimipäätösvaihtoehdot

Investointipäätökseen päädytään 27 kertaa ja lopetuspäätökseen 10 kertaa. Yhdessä skenaariossa 37:stä koeporauksia ei tarvitse suorittaa kuin kaksi kappaletta ennen päätöksentekoa. Kahdessatoista skenaariossa koeporauksia suoritetaan kuitenkin täydet yhdeksän kappaletta ennen kuin päätös tehdään. Näistä tapauksissa puolessa päädytään investointipäätökseen ja puolessa lopetuspäätökseen.

Päätösvaihtoehtoja vastaavat voiton odotusarvot ovat taulukossa 8. Koko hankkeelle voiton odotusarvo on 140.8 miljoonaa dollaria. Jos ensimmäisen koeporauksen tulos on negatiivinen, voiton odotusarvo on 53.1 milj. dollaria, mutta jos tulos on positiivinen odotusarvo nousee moninkertaiseksi, 478.2 milj. dollariin. Jos ensimmäisestä koeporauksesta saadaan negatiivinen tulos ja toisesta myöskin negatiivinen, voiton odotusarvo on vain 12.3 milj. dollaria, mutta jos toisesta koeporauksesta saadaan positiivinen tulos, odotusarvoksi saadaan jo 289.6 milj. dollaria. Paras voiton odotusarvo (802.9 milj. \$) saadaan kahden positiivisen koeporauksen jälkeen. Myöhempää odotusarvoja laskevat mm. koeporausten kustannukset.

TAULUKKO 8. Voiton odotusarvot (milj. dollaria)

						631.9	449.4	273.4	137.7
		802.9	657.8	469.7	279.4	140.7	56.0	14.2	0.0
	478.2	289.6	142.9	54.5	13.4	0.0			
140.8	53.1	12.3	0.0						

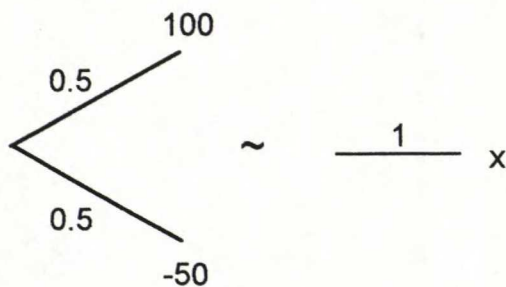
RISKIN JAKAMINEN

Samaa mallia pienin muutoksin voidaan käyttää riskinjakotilanteiden arviointiin. Oletetaan, että samalla öljyäetsivällä yrityksellä on samoissa olosuhteissa mahdollisuus tehdä yhteistyösopimus yhden tai useamman toisen öljynetsintäyhtiön kanssa. Yksinkertaisuuden vuoksi oletetaan, että sopimuksessa jaetaan sekä kulut että tuotot samoihin prosentiosuuksiin.

Malliin lisätään kaksi uutta piirrettä: osuus δ projektista ja yrityksen riskiaversiota kuvaava hyötyfunktio. Osuus δ projektista kertoo, mikä osa yritykselle kuuluu tuotoista ja kuluista. Luvulla kerrotaan porauskustannukset ja tapausten voitto, jotta saadaan esimerkkiyrityksen osuus kuluista ja tuotoista. Hyötyfunktio puolestaan kertoo, kuinka päätöksentekijä preferoi eri tulemavaihtoehtoja.

Oletetaan, että hyötyfunktio on muotoa $u(v) = -\exp(-\gamma v)$, jossa v on yrityksen voitto (milj. \$) projektista. Riskiaversiokertoimen γ määrittämiseksi tarkastellaan tilannetta, jossa päätöksentekijällä on mahdollisuus osallistua uhkapeliin, jossa todennäköisyydellä 0.5 voi voittaa 100 miljoonaa dollaria ja todennäköisyydellä 0.5 voi hävitä 50 milj. dollaria. Tämän rinnalla tarkastellaan riskitöntä tuottovaihtoehtoa, jonka voitto on x . (kuva 19.)

KUVA 19. Pelin ja riskittömän vaihtoehdon välinen indifferenssi



Kun selvitetään, millä x :n arvolla päätöksentekijä on indifferentti ko. pelin ja riskittömän vaihtoehdon kesken, saadaan yhtälö $.5 * (-\exp(-\gamma 100)) + .5 * (-\exp(-\gamma (-50))) = -\exp(-\gamma x)$, josta γ voidaan ratkaista. Oletetaan, että x :n arvoksi saatiin 72 miljoonaa dollaria, jolloin γ :n arvoksi saadaan 0.01.

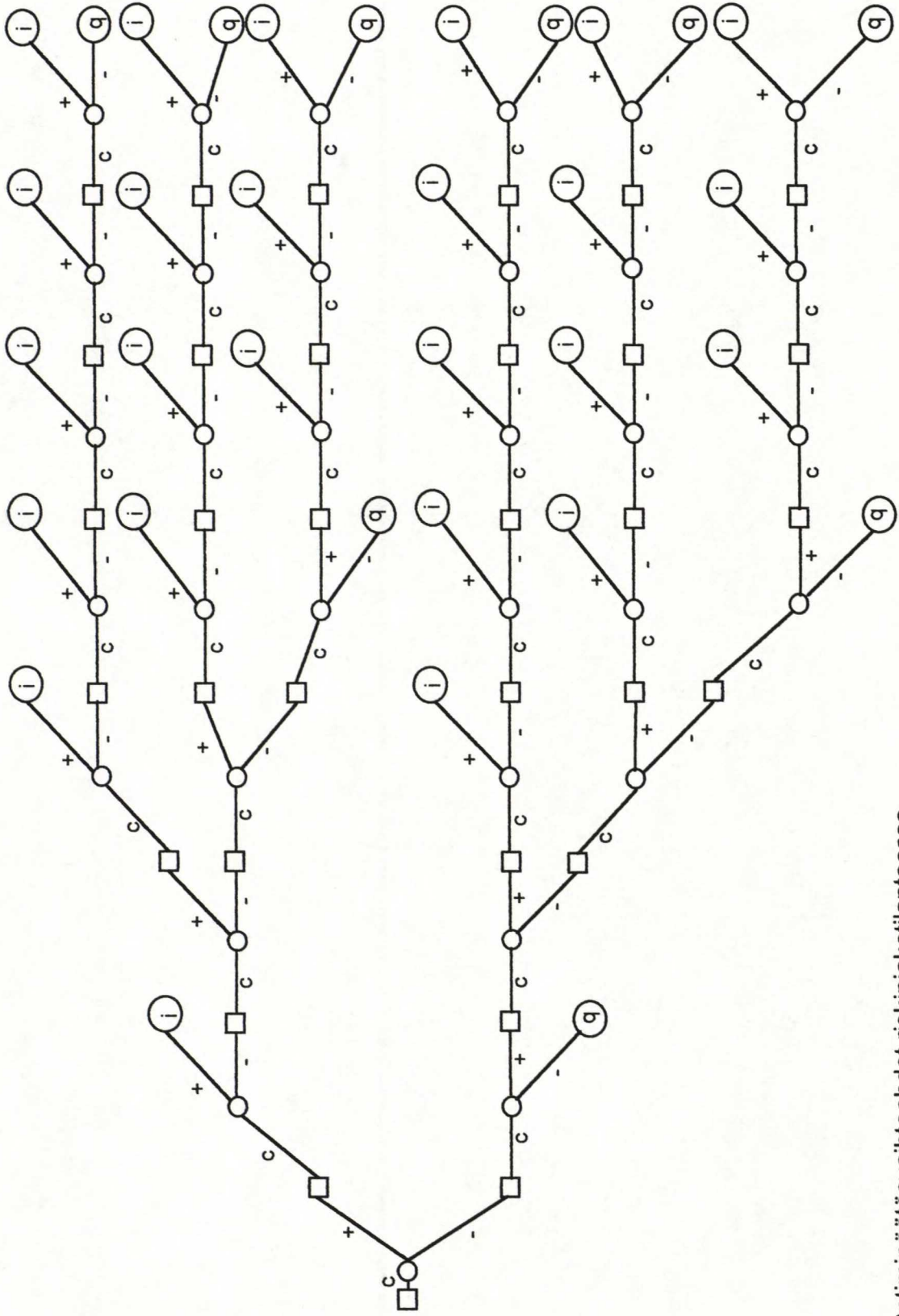
Dynaamista ohjelmointia soveltaen määritellään optimaalinen hyödyn odotusarvo $U(I, N)$ pisteessä (I, N) . Määrittelemällä $U(I, 9) = \max\{u(-9C), \sum_k p(k) u(a(k) - 9C)\}$ sekä tapauksille $N < 9, 0 \leq I \leq N$,
 $U(I, N) = \max\{p_1 * U(I+1, N+1) + p_2 * U(I, N+1), \max\{u(-NC), \sum_k p(k) * u(a(k) - NC)\}\}$.

koeporauksia tarvitsee suorittaa vain kaksi kertaa ennen päätöstä. 12 skenaariossa koeporauksia tehdään kahdeksan kappaletta ja niistä puolessa päädytään investointiin ja puolessa lopettamiseen.

5.3 Mallintamisen hyötyjä ja haittoja

Stokastisen optimoinnin avulla pyritään löytämään epävarmuutta sisältävässä päätöstilanteessa tämän päivän tiedoilla hyvä ratkaisu riippumatta siitä, mikä skenaario loppujen lopuksi tapahtuu. Juuri epävarmuuden huomioon ottamisen vuoksi stokastinen optimointi on hyvä tuki riskipäätöksenteossa. Malli voidaan ajaa eri lähtöolettamuksilla ja näin vertailla vaihtoehtoisia suunnitelmia, kuten esimerkiksi metsäyrittäjäesimerkissä vertailtiin riskinottohalukkuuden vaikutusta. Öljynetsintäesimerkissä mallin avulla saatiin myös "toimintasuunnitelma": mitä kannattaa tehdä koeporausten edetessä.

Mallien laadinta vaatii työtä, aikaa ja osaamista. Näitä kaikkia ei aina käytännön päätöksentekotilanteissa ole tarjolla. Mallin muotoilu ja aineiston keruu vie aikaa, mutta toisaalta malleja ei tarvitse välttämättä aina muotoilla uudestaan ja tiedonkeruunkin voi nykyään usein suorittaa tietokoneilla. Mallissa olevat virheet heijastuvat luonnollisesti tuloksiin, joten mallin laatijan on oltava hyvin perillä käytettävistä teorioista ja numeroaineistoista. Mallinnuksessa joudutaan aina tekemään oletuksia ja yksinkertaistuksia, jotka eivät käytännössä välttämättä pidä paikkaansa. Myös päätöksentekijän todellista riskinottohalukkuutta kuvaavan hyötyfunktion määrittäminen voi olla vaikeaa.



KUVA 20. Optimi päätös vaihtoehdot riskinjakotilanteessa

6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Kiinnostus riskienhallintaa kohtaan on kasvanut ja kasvaa edelleen. Riskienhallinnan tärkeys nykypäivän yrityksissä on siis tiedostettu ja siihen panostetaan yhä enenevässä määrin.

Riskit tulevat yhä monimutkaisemmiksi ja muuttuvat jatkuvasti mm. kansainvälistymisen, teknologian ja taloudellisten muutosten mukana. Riskienhallinnan tulisi pysyä mukana näissä muutoksissa ja tarjota keinoja myös uusien riskien tunnistamiseen, arviointiin ja kontrollointiin.

Riskienhallintaa ei nähdä enää vain vahinkoriskien hallintana vaan myös liikeriskien huomioon ottaminen on tullut tärkeäksi. Vakuuttamisesta on siirrytty kokonaisuuden hallintaan. Aikaisemmin keskityttiin lähinnä riskien seurauksiin, joiden varalle hankittiin vakuutuksia. Nykyään pyritään enemmän tarttumaan riskeihin jo aikaisemmassa vaiheessa.

Erityisesti rahoitusriskien osalta suurehkoissa yrityksissä riskienhallinta on hyvin järjestettyä. Hallituksen hyväksymiä kirjallisia periaatteita on olemassa ja niitä noudatetaan. Rahoitukseen liittyviä riskipositioita seurataan tarkasti ja niille on määritelty rajat, joissa position arvon tulisi pysyä.

Kokemus, intuitio ja aikaisemmilta vuosilta kerätty aineisto näyttävät olevan tärkeimpiä tiedon lähteitä riskienhallinnassa ylemmässä johdossa. Sofistikoituja malleja ei erityisemmin käytetä. Syynä voi olla mm. tiedon puute. Riskienhallinnan tutkimuksissakin on usein keskitytty lähinnä vain vahinkoriskien hallintaan.

Toisaalta on kuitenkin hyvä muistaa, että riskienhallinta on vain yksi liikkeenjohdon osa-alue, siihen ei saisi sitoa liikaa resursseja. Riskienhallinnasta saatavien hyötyjen ja siihen sijoitettavien panosten tulisi olla tasapainossa.

LÄHDELUETTELO:

KIRJALLISET LÄHTEET:

Baird, Bruce F. 1989. *Managerial Decisions under Uncertainty: An Introduction to the Analysis of Decision Making*. John Wiley & Sons, Inc.

Brooke, A. & Kendrick, D. & Meeraus, A. 1992. *GAMS: A User's Guide*. The Scientific Press, San Francisco.

Crockford, Neil. 1980. *An Introduction to Risk Management*. Woodhead-Faulkner Limited, Cambridge.

Dickson, G. C. A. 1989. *Corporate Risk Management*. Witherby & Co. Ltd., London.

Hertz, David B. & Thomas, Howard. 1983. *Risk Analysis and its Applications*. John Wiley & Sons, Ltd.

Hirvonen, A. & Niskakangas, H. & Wahlroos, J. 1997. *Hyvä hallitustyöskentely*. WSOY, Juva.

Kahneman, Daniel & Slovic, Paul & Tversky, Amos (Edited by). 1982. *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. Cambridge University Press, Cambridge.

Raiffa, Howard. 1968. *Decision Analysis: Introductory Lectures on Choices under Uncertainty*. Addison-Wesley Publishing Company, Inc.

Suominen, Arto. 1994. *Yritysten riskienhallintakäyttäytyminen ja vakuutuspolitiikka liikkeenjohdon toiminnan osana*. Turun Kauppakorkeakoulun julkaisuja, sarja A-5.

Suominen, Arto. 1998. *Riskienhallinnan mahdollisuudet ja kehityshaasteet*. julkaisussa Riskit ja riskienhallinta. (toim.) Kuusela, Hannu & Ollikainen, Reijo. Vammalan Kirjapaino Oy, Vammala.

Tilintarkastajien Oy - Ernst & Young. 1997. Hyvä hallitustapa-julkaisu.

Vaughan, Emmett J. 1997. *Risk Management*. John Wiley & Sons, Inc.

Vuosikertomukset: UPM-Kymmene Oy ja Neste Oy, 1997.

HAASTATTELUT:

L. J. Jouhki, toimitusjohtaja/Thomesto Trading Yhtiöt Oy, hallituksen jäsen/
UPM-Kymmene Oy ja Neste Oy, Helsinki, Lokakuu 1997

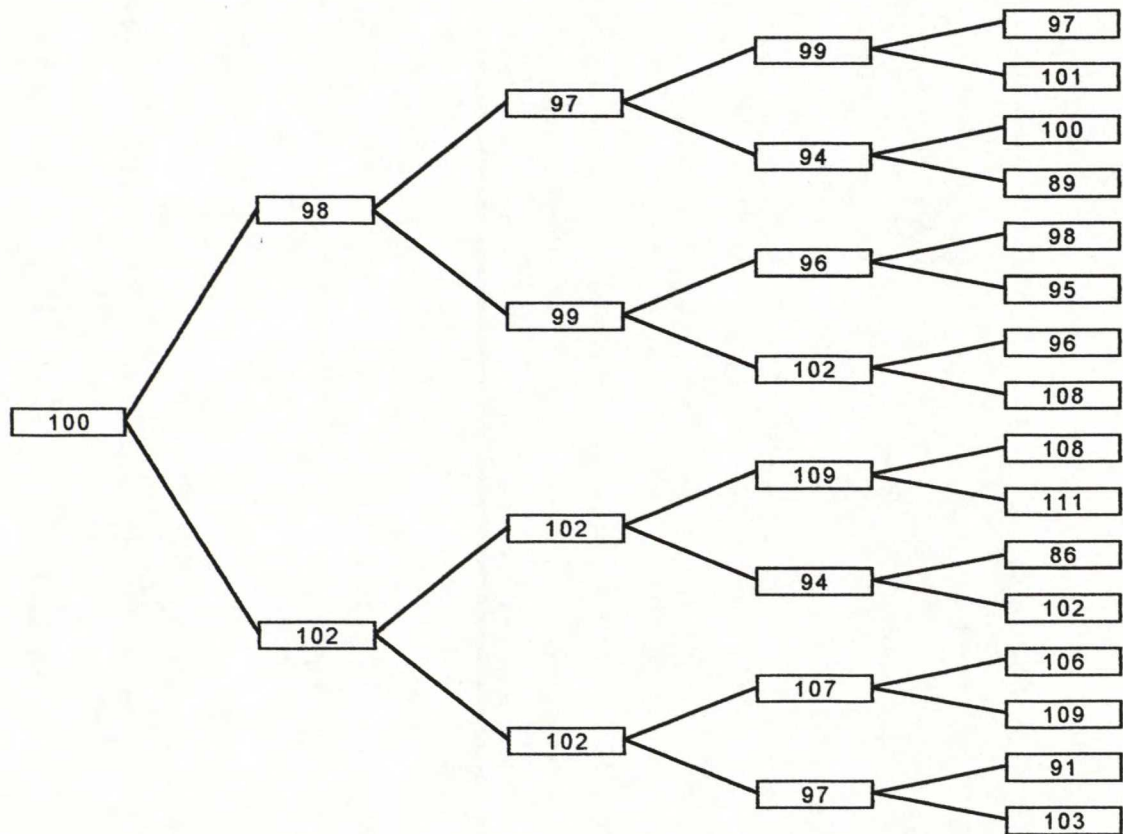
Risto Rinne, konsernisuunnittelun johtaja, Neste Oy, Espoo, Marraskuu 1997

Jan-Henrik Kulp, konsernin talous- ja rahoitushallinnosta vastaava johtaja, UPM-Kymmene Oy, Helsinki, Joulukuu 1997

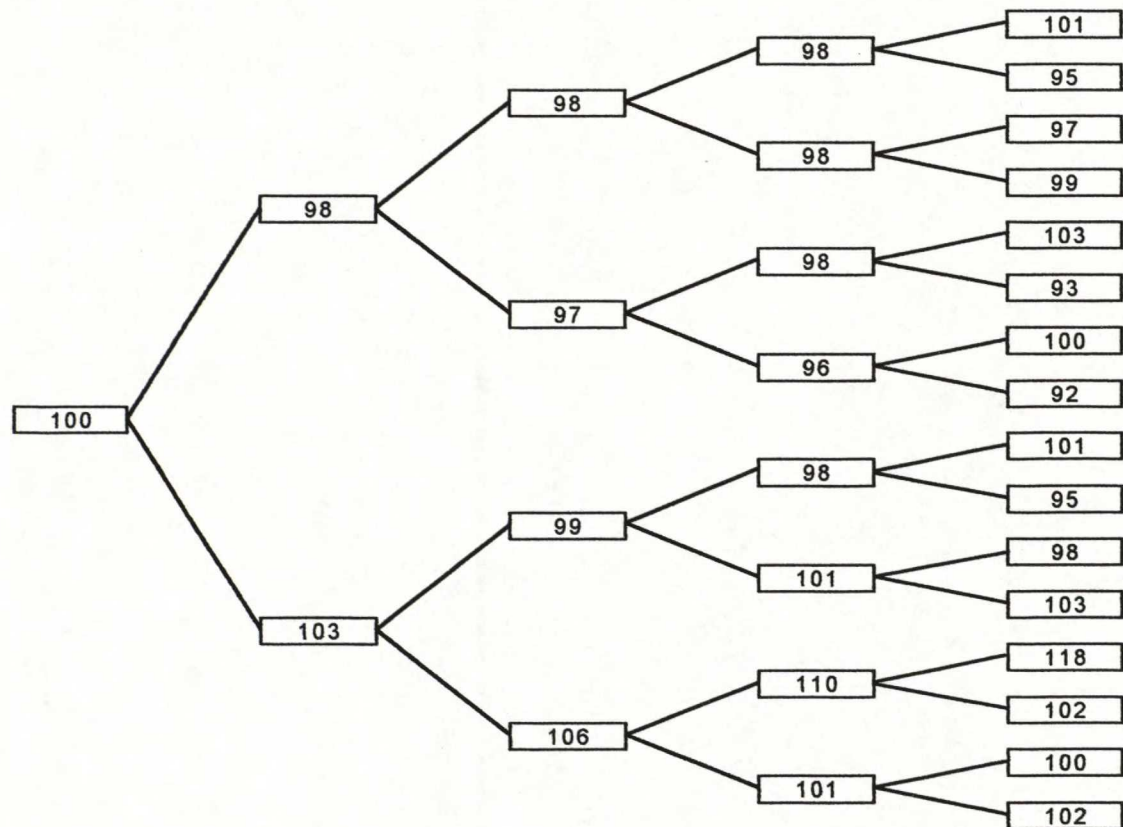
Päivi Pesola, sisäisen tarkastuksen johtaja, Neste Oy, Espoo, Joulukuu 1997

LIITE: Tuote- ja markkina-aluekohtaiset hintaindeksit

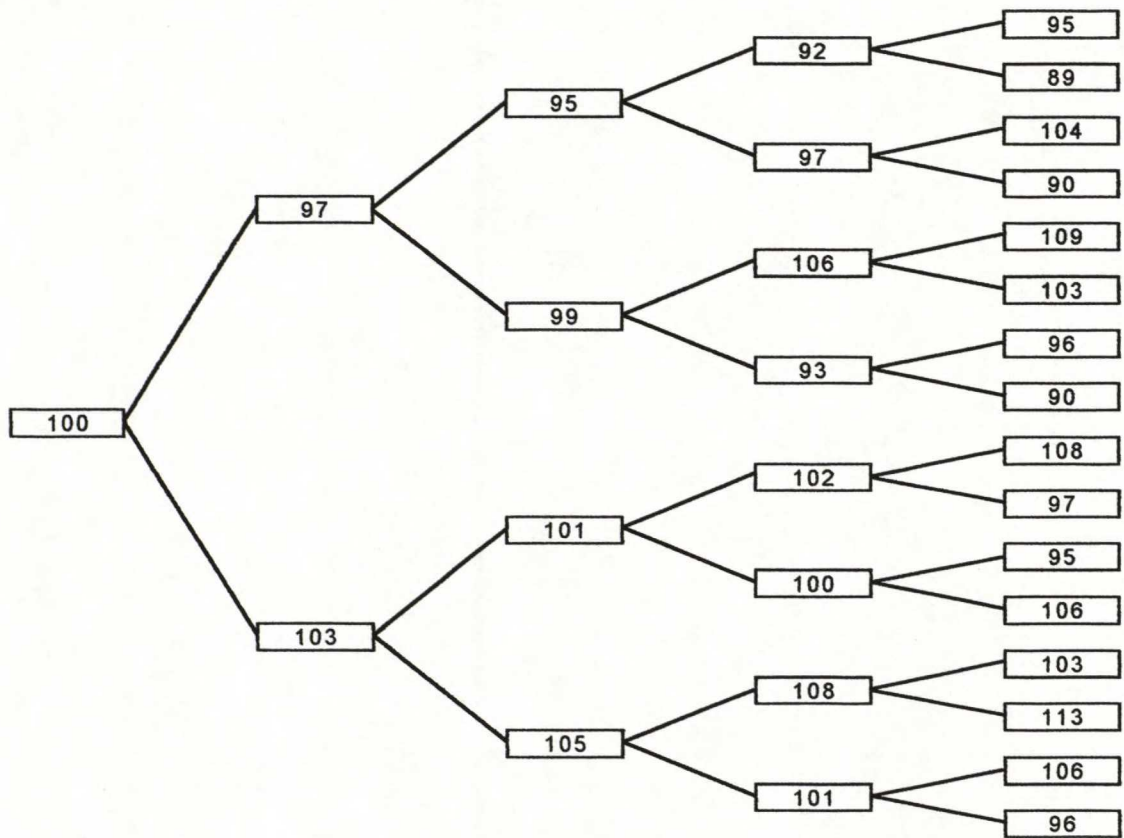
Sahatavaran hintaindeksit:



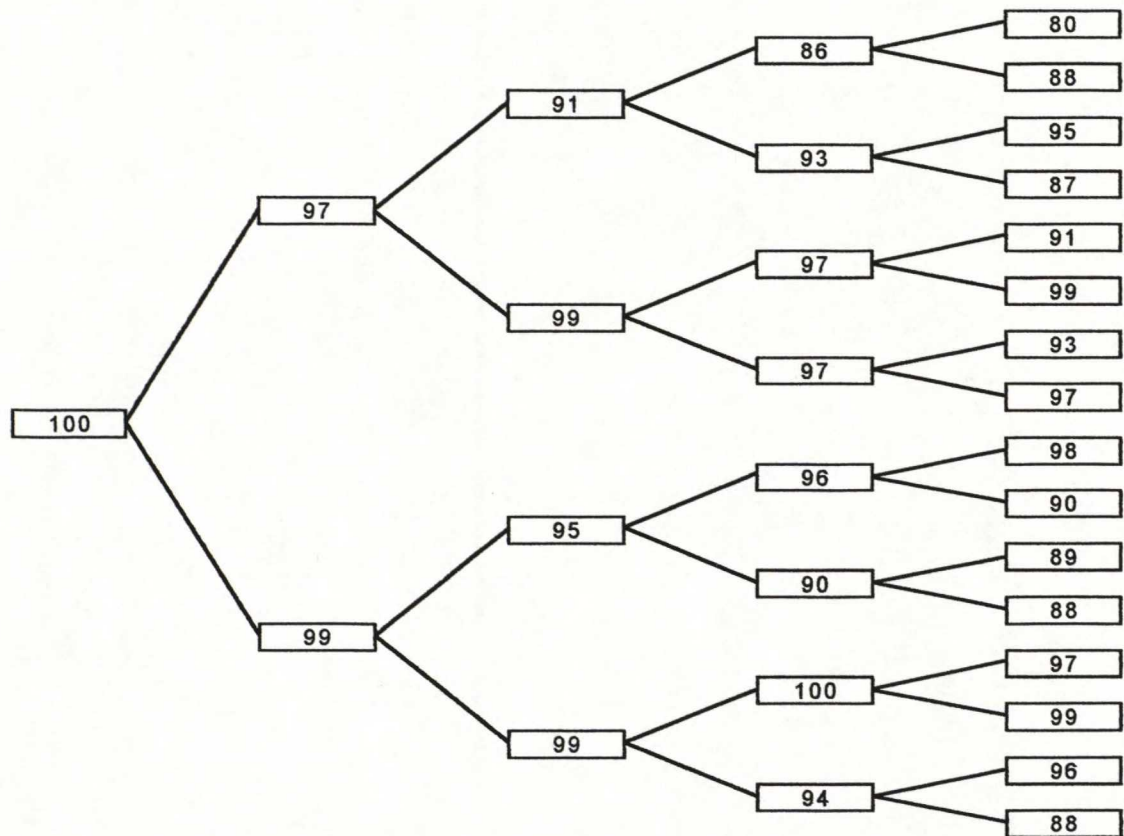
Vanerin hintaindeksit:



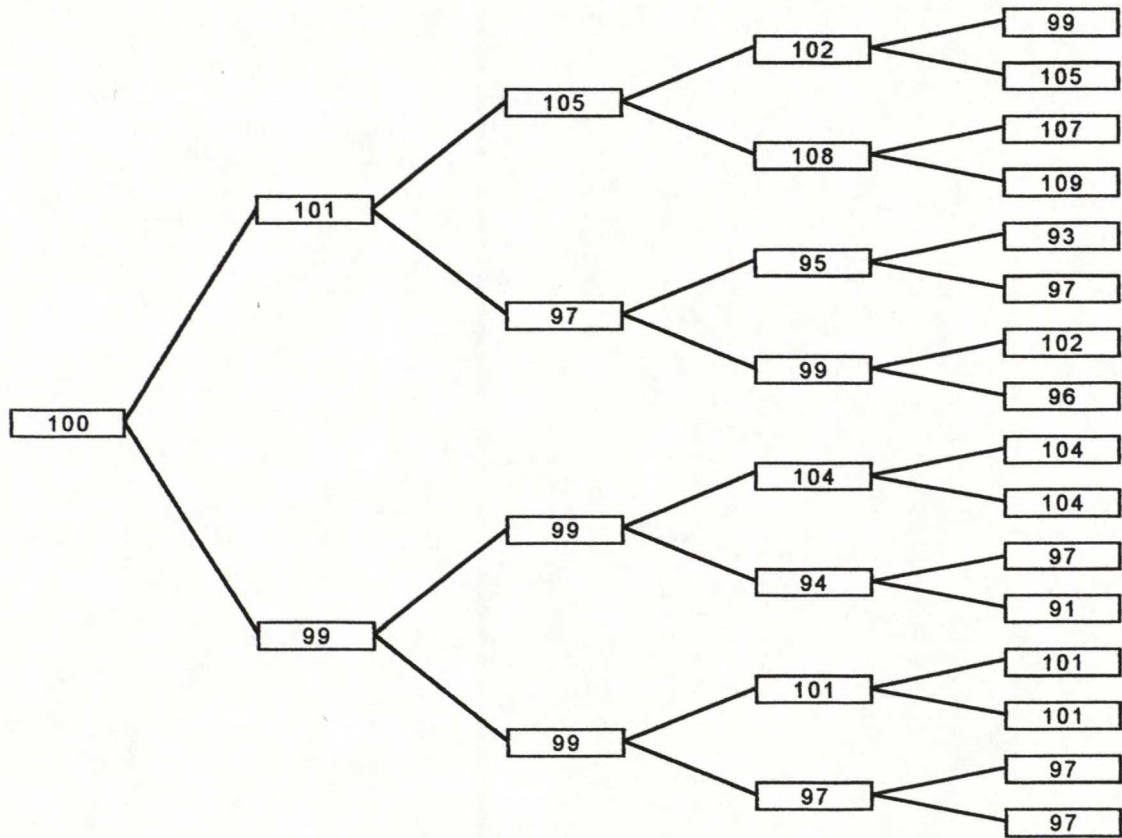
Sellun hintaindeksit:



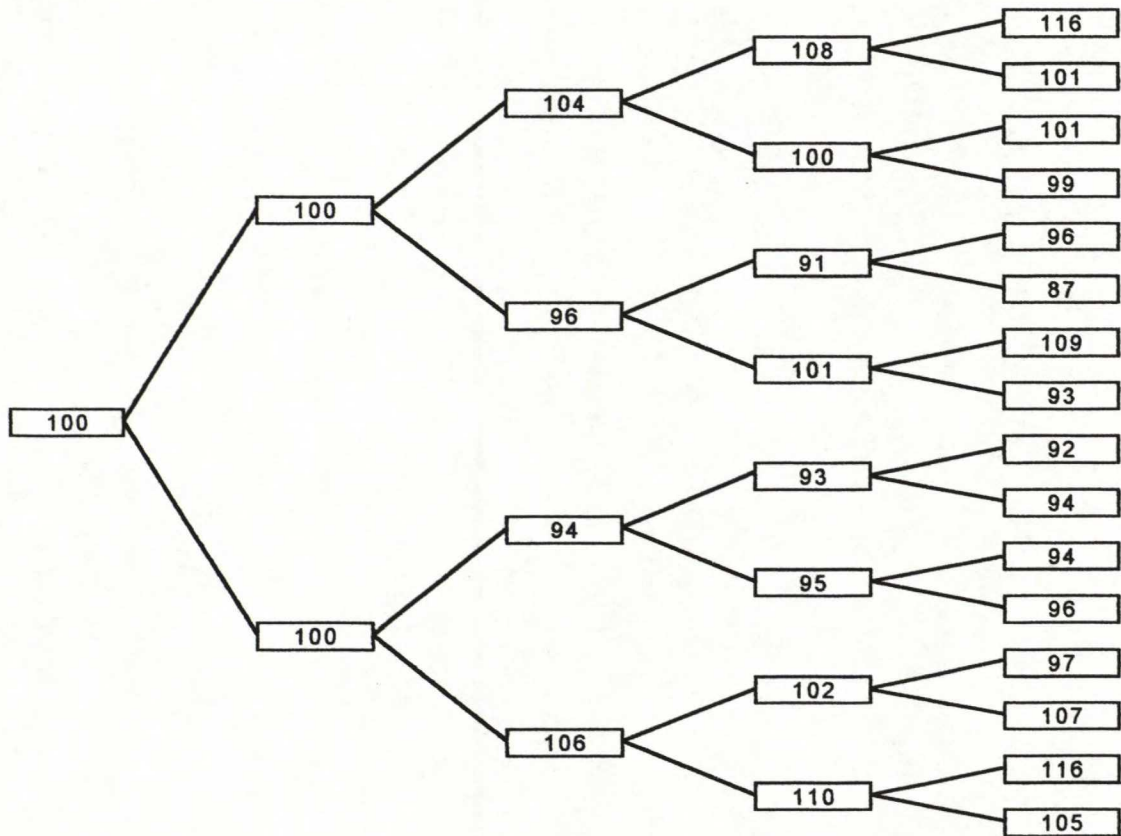
Paperin hintaindeksit:



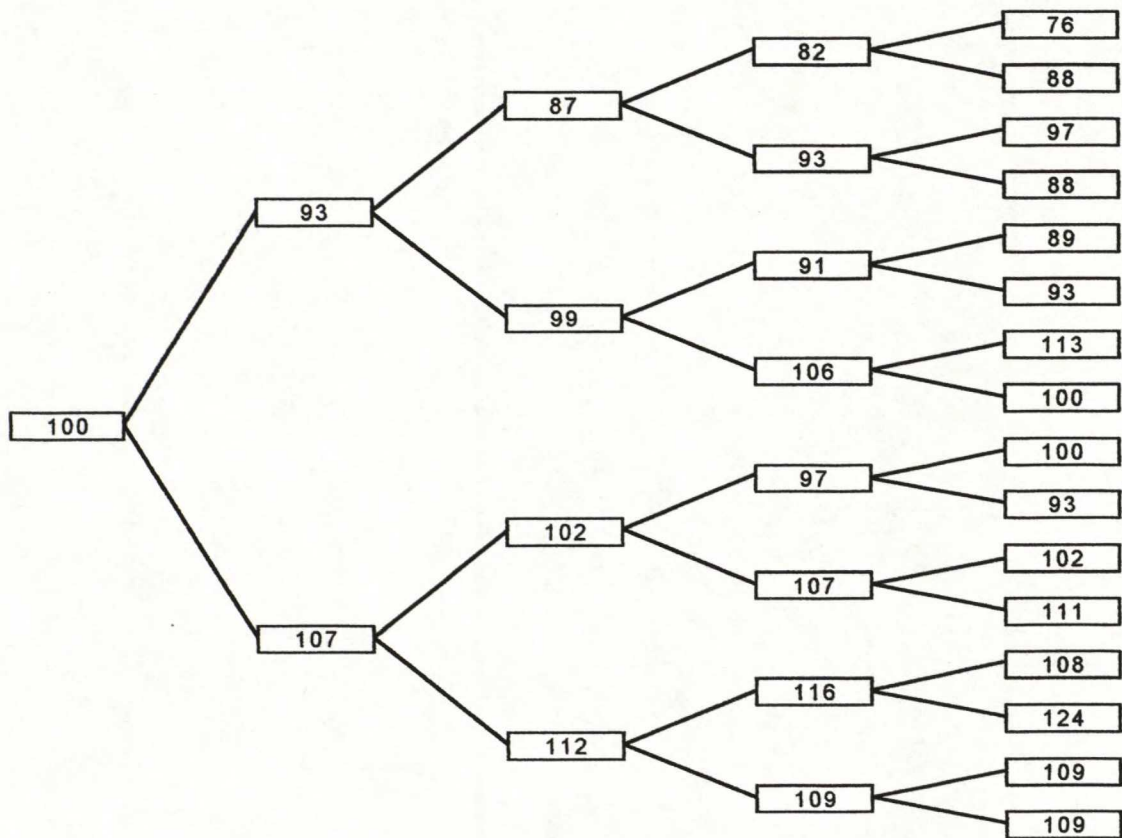
Euroopan hintaindeksit:



Pohjois-Amerikan hintaindeksit:



Aasian hintaindeksit:



Muun maailman hintaindeksit:

