

# ANALYYTTINEN HIERARKIAPROSESSI JA SEN KÄYTTÖ PUOLUSTUSVOIMIEN SUUNNITTELUSSA

Yleisesikuntakomentaja, KTL Ilkka Haapalinna  
Tekniikan tohtori, MBA Jukka Korpela

**Abstract.** Analytic Hierarchy Process (AHP) is a well-known and widely-used decision support tool that is based on three main principles: (1) representing the problem at hand in the form of a hierarchy, (2) deriving priorities for the elements in the hierarchy, and (3) assessing the consistency of the decision process. In this paper, we have first described the process and then surveyed the use of AHP in military applications. According to our survey, AHP has been applied to a variety of military application areas, such as strategic planning, operational planning, several types of selection problems and contingency planning all over the world. In this paper, we propose the use of the method in supporting planning and management processes in the Finnish Defence Forces. We present examples of applying the AHP-method on areas like determining the vision and strategic goals for military "business" units and for conducting several types of situational analyses needed for long-term planning. As a conclusion, we state that the AHP-method has a lot of potential to be used as one of the main decision aids in the Finnish Defence Forces.

## 1. JOHDANTO

### 1.1 Päätöksenteon tutkimuksen motiiveista ja tavoitteista

Dwight D. Eisenhower on sanonut: "Suunnitelmat eivät ole mitään; suunnittelu on kaikki kaikessa." (*"Plans are nothing; planning is everything."*) Tähän ajatukseen on helppo yhtyä, sillä suunnitteluprosessi tuottaa lähes aina paljon muitakin - usein erittäin hedelmällisiä - tuloksia kuin vain varsinaisen suunnitelman.

On huomattava, että tässä tutkimuksessa käsitteellä suunnittelu ymmärretään sitä osaa päätöksentekoprosessista, jota sotilaat ovat tottuneet kutsumaan tilanteenarvioinniksi. Näin ollen suunnitelma on kutakuinkin sama asia kuin päätös sotilaskielenkäytössä. Tätä ajatusta tukee myös se, että edellämainitusta suunnitteluprosessista käytetään kirjallisuudessa myös termiä päätöksenteko (*decision making*), jonka tuloksena siis syntyy päätös.

Päätös muodostuu ongelman ja siihen liittyvien asioiden oppimisen, ymmärtämisen, tietojenkäsittelyn, arvioinnin ja määrittelyn tuloksena (Zeleny, 1982). Yhtenä suunnitteluprosessin tärkeimmistä tuloksista onkin se, että sen avulla päätöksentekijä oppii paremmin ymmärtämään sekä itse ongelmaa että myös muita siihen liittyviä seikkoja, kuten esimerkiksi rajoituksia, painotuksia ja vaihtoehtoja.

Sotilaalliset päätökset ovat usein erittäin merkittäviä; niiden seurauksena voi olla yksilön, pahimmassa tapauksessa koko kansan kohtalo. Sotilaalliseen päätöksentekoon liittyy lisäksi lähes aina epävarmuutta ja tekijöitä, joita on vaikea kuvata ja yksiselitteisesti ymmärtää. Erityisesti tällaisissa tilanteissa on tärkeätä, että päätöksentekijä pystyy ottamaan huomioon mahdollisimman monta päätöksentekoon vaikuttavaa tekijää - tai ainakin kaikki tärkeimmät. Nykyaikana ongelma ei useinkaan ole tiedon puutteesta, vaan pikemminkin sen suuressa määrässä, jolloin oleellinen usein katoaa pikkuasioiden alle. Päätöksentekijän henkilökohtainen kyky analysoida suurta tietomäärää on valitettavan rajallinen, olipa hän kuinka pätevä tahansa.

Sama tekninen kehitys, joka on lisännyt käytettävissä olevan informaation määrää, on toisaalta kuitenkin myös parantanut tiedonkäsittelyn mahdollisuuksia. Nykyään lähes

jokaisen työpöydällä oleva tietokone pystyy suorituksiin, joista muutama kymmenen vuotta sitten ei osattu edes uneksia! Samalla, kun päätöksenteon teknisen toteutuksen mahdollisuudet ovat parantuneet on tutkimus keskittynyt myös päätöksenteon teoreettiseen problematiikkaan ja erilaisten päätösalgoritmien kehittämiseen. Tutkimuksen tavoitteena on ollut kehittää tietokoneavusteisia päätöksentekojärjestelmiä, jotka nimenomaan helpottavat päätöksentekijää paremmin ymmärtämään käsillä olevaa ongelmaansa ja siihen liittyviä tekijöitä (Belton, 1990).

## 1.2 Päätöksenteon tukijärjestelmistä

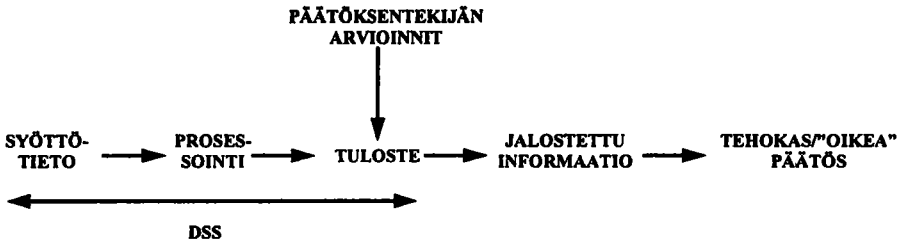
Simonin (1960) mukaan päätöksentekoprosessien luonne voi vaihdella selkeästi strukturoidusta päätöksestä, jossa käsiteltävä ongelma on usein toistuva ja rutiininomainen ja ongelmaan on löydettävissä standardiratkaisu, strukturoimattomaan päätökseen, jossa käsiteltävä ongelma puolestaan on hyvin monimutkainen ja valmista ratkaisumallia ei ole olemassa. Simon jakoi päätöksentekoprosessin kolmeen päävaiheeseen: (1) *intelligence* - päätöksentekotarpeen määrittäminen ja tiedon hankinta, (2) *design* - ratkaisumallien määrittäminen ja analysointi ja (3) *choice* - ratkaisumallin valinta ja toteutus. Käsiteltävät ongelmat voidaan niin ikään jakaa kolmeen pääryhmään: (1) *strukturoidut ongelmat*, jolloin kaikki päätöksenteon kolme päävaihetta ovat strukturoituja, toisin sanoen ratkaisemiseen käytettävät toimintamallit on standardisoitu, ongelmanratkaisulle on asetettu selkeät tavoitteet ja ratkaisuun tarvittava informaatio on selkeästi määritelty, (2) *strukturoimattomat ongelmat*, jolloin yksikään päätöksenteon päävaiheista ei ole strukturoitu ja (3) *semistrukturoidut ongelmat*, jolloin jotkin mutta eivät kaikki päätöksenteon päävaiheista ovat strukturoituja. Strukturoituja ongelmia ratkaistaessa tunnetaan toimintamallit ja menettelytavat, joilla pystytään määrittämään paras tai riittävän hyvä ratkaisu ongelmaan. Strukturoimattomien ongelmien ratkaiseminen taas perustuu päätöksentekijän intuition hyödyntämiseen, ja semistrukturoitujen ongelmien ratkaisemiseen käytetään sekä standardoituja ratkaisumalleja että päätöksentekijän intuitiota ja arviointeja.

Päätöksenteon tukijärjestelmä (*Decision Support System, DSS*) kuvattiin ensimmäisen kerran 1970-luvun alussa, jolloin Scott-Morton (1971) määritteli käsitteen *management decision system*. Tällä käsitteellä hän tarkoitti interaktiivisia tietoteknisiä järjestelmiä, jotka avustavat päätöksentekijää hyödyntämään informaatiota ja malleja strukturoimattomien ongelmien ratkaisussa. Toisen klassisen määritelmän mukaan (Keen ja Scott-Morton, 1978) päätöksenteon tukijärjestelmä yhdistää ihmisen älylliset resurssit tietokoneen ominaisuuksien kanssa parantaen päätöksien laatua. DSS on heidän mukaansa tietotekninen tukiväline päätöksentekijöille, jotka joutuvat ratkomaan semistrukturoituja ongelmia.

Keen (1981) kuvasi DSS:n tietotekniikan sovellukseksi, jonka tarkoituksena on tarjota päätöksentekijöille suora informaatiojärjestelmien ja analyttisten mallien käyttömahdollisuus. DSS edustaa uutta teknologiaa, jonka tavoitteena on tukea päätöksentekijöitä ei-rutiinomaisissa tehtävissä ja joka tukee (mutta ei korvaa) päätöksentekijöiden arviointeja. DSS:n päätavoite on parantaa päätöksenteon tehokkuutta. DSS on yleensä tietotekninen, interaktiivinen järjestelmä, joka on joustava eli sopeutettavissa erilaisiin päätöksentekotilanteisiin, käyttäjän kontrolloitavissa ja erittäin helppokäyttöinen.

Thieraufin (1982) mukaan DSS on järjestelmä, joka on suunniteltu tukemaan yritysjohdon päätöksentekoa. DSS sisältää sekä johdon informaatiojärjestelmien (*management information systems*) että operaatiotutkimuksen alueeseen kuuluvien matemaattisten mallien piirteitä. DSS:n painopistealueena on suoran tuen antaminen päätöksentekijöille heidän omien arviointiensa laadun parantamiseksi erityisesti semistrukturoiduissa ja strukturoimattomissa päätöksentekotilanteissa. DSS:n tavoitteena on tukea päätöksente-

koprosessia eikä varsinaisesti tehdä päätöksiä. Päätöksentekoprosessin kulku käytettävissä päätöksenteon tukijärjestelmää on esitetty kuvassa 1.1.



Kuva 1.1. DSS:n avulla tuettu päätöksentekoprosessi (Thierauf, 1982).

Spraguen ja Carlsonin (1982) mukaan päätöksenteon tukijärjestelmän (DSS) tulee:

- tukea päätöksentekoa painopistealueenaan semistrukturoidut ja strukturoimattomat päätöksentekotilanteet
- tukea eri organisaatiotasoilla tapahtuvaa päätöksentekoa ja tarvittaessa edesauttaa integrointia eri tasojen välillä
- tukea sekä itsenäistä että ryhmässä tapahtuvaa päätöksentekoa
- tukea kaikkia Simonin (1960) määrittämiä päätöksentekoprosessin päävaiheita
- tukea erilaisia päätöksentekoprosesseja, mutta se ei saa olla riippuvainen yhdestä tietyistä päätöksentekomallista
- olla helppokäyttöinen.

Turban (1993) täydensi Spraguen ja Carlsonin määrittämiä tavoitteita esittämällä, että DSS:n täytyy tukea lukuisia toisistaan riippuvaisia ja/tai peräkkäisiä päätöksentekotilanteita. Lisäksi järjestelmä täytyy pystyä sopeuttamaan kunkin hetken mukaisia päätöksentekolosuhteita vastaavaksi. Turbanin mukaan DSS:n avulla yritetään tehostaa päätöksentekoa, ja päätöksentekijän täytyy sen avulla hallita kaikki päätöksentekoprosessin vaiheet. DSS:n käytön täytyy tukea organisaatioissa tapahtuvaa oppimista, sen ominaisuuksia tulee jatkuvasti kehittää ja parantaa, ja sen täytyy olla helposti konstruoitavissa. Turbanin oma määritelmä päätöksenteon tukijärjestelmästä on seuraava: *“A DSS is an interactive, flexible and adaptable computer-based information system that utilises decision rules, models and model base coupled with a comprehensive database and the decision maker’s own insights, leading to specific, implementable decisions in solving problems that would not be amenable to management science optimisation models per se. Thus, a DSS support complex decision making and increase their effectiveness.”*

Useissa organisaatioissa ongelmat ratkaistaan päätöksentekijöiden muodostamissa ryhmissä, joten päätöksenteon tukijärjestelmien täytyy pystyä edistämään yhteistyötä ja kommunikaatiota ryhmän jäsenten välillä sekä tukemaan menettelytapoja, joilla ryhmässä pystytään saavuttamaan konsensus-ratkaisu käsiteltävään ongelmaan (Forgionne, 1991). Näiden vaatimuksien takia ryhmäpäätöksenteon tukijärjestelmistä (*Group Decision Support Systems, GDSS*) on muodostunut päätöksenteon tukijärjestelmien osa-alue, joka on tällä hetkellä hyvin keskeinen kiinnostuksen kohde (Silver, 1991). Päätöksenteon tukijärjestelmän tavoin myös GDSS:lle on esitetty lukuisia määritelmiä. Nour ja Yen (1992) määrittivät GDSS:n laajasti teknologiaksi, jota voidaan käyttää ryhmäpäätöksenteon tukemiseen. DeSanctisin ja Gallupen (1987) määritelmän mukaan GDSS:ssä yhdistetään kommunikaatio-, tiedonkäsittely- ja päätöksentekoteknologioita strukturoimattomien on-

gelmien ratkaisemisen tehostamiseksi päätöksentekijäryhmissä. Bui ja Jarke (1986) määrittivät GDSS:n tietojärjestelmäksi, jonka tavoitteena on tukea sellaista päätöksentekoprosessia, johon osallistuu kaksi tai useampi päätöksentekijä. Jokaisella päätöksentekijällä on omat näkemyksensä, käsityksensä, asenteensa ja motivaatiotekijänsä. He kuitenkin tunnistavat yhteisen ongelman olemassaolon ja pyrkivät määrittämään yhteisen ratkaisun käsiteltävään ongelmaan.

### 1.3 Tämän tutkimuksen sisältö ja tavoitteet

Tämän tutkimuksen tavoitteena on esitellä laajalti käytetty analyyttinen päätöksenteon tukijärjestelmä *Analytic Hierarchy Process*, josta käytetään jatkossa nimitystä analyyttinen hierarkiaproessi (AHP). Tutkimus jakaantuu kolmeen osaan. Ensimmäisessä osassa selvitetään AHP:n periaatteet yleisellä tasolla puuttumatta syvällisesti matemaattisiin ratkaisuihin. Lisäksi esitellään menetelmän käyttöä helpottavia tietokoneohjelmia ja niiden mahdollisuuksia. Toisessa osassa käsitellään esimerkinomaisesti, julkisiin tietolähteisiin perustuen AHP:n käyttöä neljällä sotilaallisella soveltamisalueella: strateginen suunnittelu, operatiivinen suunnittelu, joukkojen suorituskyvyn arviointi ja asejärjestelmän valinta. Esimerkit on valittu silmälläpitäen sitä, että niistä saisi mahdollisimman monipuolisen kuvan AHP:n eri mahdollisuuksista käytännön sotilaallisissa ongelmissa. Kolmannen osan tavoitteena on osoittaa AHP:n käyttömahdollisuus Puolustusvoimien suunnittelujärjestelmän tukena.

## 2. ANALYYTTINEN HIERARKIAPROSESSI

Analyttinen hierarkiaproessi on systemaattinen lähestymistapa päätöksentekotilanteisiin, joissa täytyy huomioida useita kriteerejä ja vaihtoehtoja (Dyer ja Forman, 1992). AHP-menetelmän avulla päätöksentekijöiden tietämys, asiantuntemus ja intuitio voidaan hyödyntää päätöksentekoprosessissa (Sierilä, 1991).

### 2.1 AHP-menetelmän peruseriaatteet

AHP-menetelmä perustuu analyyttisen ajattelun kolmeen pääperiaatteeseen: (1) ongelmaa kuvaavan hierarkiapuun muodostamiseen, (2) hierarkian osien painotuksien määrittämiseen ja (3) päätöksentekoprosessin loogisen johdonmukaisuuden tarkistamiseen (Saaty, 1982). Ensimmäinen pääperiaate liittyy ihmisen kykyyn havainnoida ja tunnistaa asioita ja ideoita sekä kommunikoida havaintonsa muille. Yksityiskohtaisen tietämyksen luomiseksi monimutkainen todellisuus jaetaan osatekijöihin, jotka edelleen jaetaan hierarkisesti tarvittavan pieniin osatekijöihin. Esittämällä tietty havainto hierarkisessa muodossa ongelman rakenteeseen pystytään integroimaan suuri määrä informaatiota ja kokonaisuudesta pystytään muodostamaan selkeä käsitys. Toisen pääperiaatteen mukaan ihmisellä on myös kyky määrittää yhteyksiä havainnoimiensa asioiden välillä, verrata ominaisuuksiltaan samankaltaisia asioita pareittain tietyn kriteerin suhteen sekä määrittää pareittain verrattavien asioiden preferenssierot kyseisen kriteerin suhteen. Kolmas pääperiaate liittyy ihmisen kykyyn muodostaa yhteyksiä asioiden tai ideoiden välille johdonmukaisella tavalla, toisin sanoen pareittain määritetyt preferenssierot asioiden tai ideoiden välillä tietyn kriteerin suhteen ovat loogisesti todennettavissa ja selitettävissä.

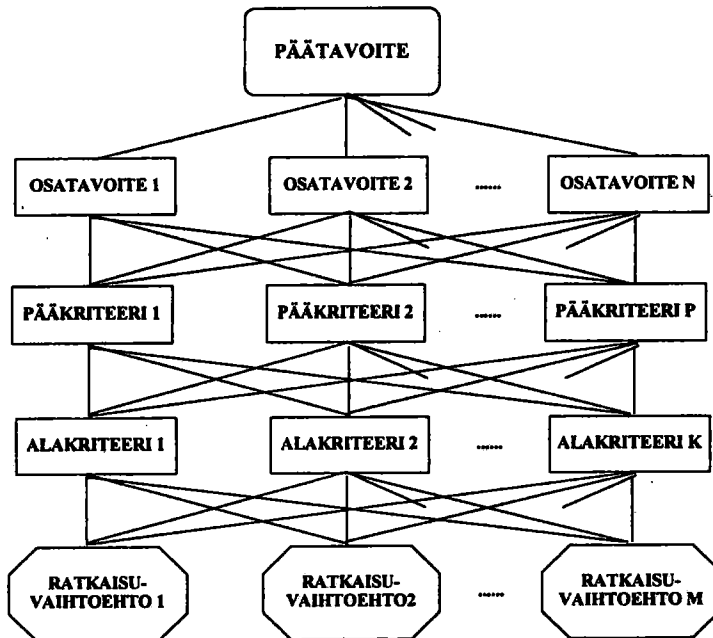
#### 2.1.1 Hierarkiapuun muodostaminen

Hierarkiapuun muodostaminen sisältää seuraavat vaiheet (Saaty, 1982):

- ongelma jaetaan osatekijöihin eli elementteihin, jotka edelleen jaetaan mahdollisimman pieniin osiin
- ongelman osat jaotellaan homogeenisiin ryhmiin; ryhmään kuuluvien elementtien täytyy olla ominaisuuksiensa puolesta vertailukelpoisia keskenään
- osatekijäryhmät sijoitetaan hierarkiapuuhun, jonka ylimpänä tasona on ongelman-ratkaisun tai päätöstilanteen päätavoite ja alimpana tasona ratkaisuvaihtoehdot; alemman tason elementit ovat aina riippuvuussuhteessa vastaavaan ylemmän tason elementtiin.

Hierarkiapuun tasojen määrälle ei ole rajoituksia, vaan niiden määrä riippuu ongelman rakenteesta (Saaty, 1982). Hierarkiapuun ylin taso, päätavoite, koostuu vain yhdestä elementistä, mutta muilla tasoilla voi olla useita osatekijöitä (yleensä 5-9). Koska AHP-menetelmään kuuluu olennaisena osana tietyllä tasolla olevien tekijöiden keskinäinen vertailu, kullakin tasolla olevien osatekijöiden täytyy ominaisuuksiensa puolesta olla samaa suuruusluokkaa.

Hierarkiapuun muodostamiselle ei ole mitään ehdotonta sääntöä, vaan hierarkiapuun rakentamistapa riippuu päätöstilanteesta tai ratkaistavasta ongelmasta. Yleinen päätöstilanne on valinta eri vaihtoehtojen välillä: tällöin hierarkiapuun ylimmällä tasolla on päätavoite, seuraavalla tasolla valintakriteerit ja alimmalla tasolla vaihtoehdot (Saaty, 1982). Hierarkiapuuta voidaan laajentaa ja tarkentaa esimerkiksi jakamalla päätavoite osatavoitteisiin ja lisäämällä osatavoitteista koostuva taso hierarkiapuuhun päätavoitteen alle tai jakamalla jokin kriteeri alakriteereihin ja lisäämällä niistä koostuva taso kriteerin alapuolelle (kuva 2.1). Forman, Saaty, Selly ja Waldron (1986) määrittivät seuraavat tyypilliset rakenteet AHP-malleille: tavoite-kriteerit-vaihtoehdot, tavoite-kriteerit-alakriteerit-vaihtoehdot, tavoite-kriteerit-skenaariot-vaihtoehdot, tavoite-tekijät (*actors*)-skenaariot-kriteerit-vaihtoehdot.



Kuva 2.1. AHP-hierarkian yleinen rakenne.

Esittämällä ongelmat ja päätöstilanteet hierarkiapuuna saavutetaan seuraavat edut (Saaty, 1980):

- hierarkisen esitystavan avulla nähdään, kuinka muutokset tietyn tason prioriteeteissa vaikuttavat alempiin tasoihin
- hierarkia antaa yksityiskohtaisen kuvan ongelman rakenteesta ja toiminnasta myös alimmilla tasoilla sekä kuvaa ylimpien tasojen elementteihin vaikuttavat tekijät
- ongelmien ja systeemien hierarkinen lähestymistapa on tehokkaampi kuin kokonaisuudesta lähtevä menetelmä
- hierarkiat ovat samalla sekä pysyviä että joustavia: pienillä muutoksilla on vähäinen vaikutus (pysyvyys) ja lisäykset hyvin suunniteltuun hierarkiaan eivät heikennä hierarkian toimivuutta (joustavuus).

### 2.1.2 Hierarkiapuun elementtien painoarvojen määrittäminen

Hierarkiapuun on todellisen tilanteen malli, joka kuvaa tilanteeseen vaikuttavia tekijöitä ja niiden välisiä suhteita (Saaty, 1980). Se ei kuitenkaan ole riittävä apuväline päätöksentekoon, vaan tarvitaan menetelmä eri osatekijöiden suhteellisen merkityksen mittaamiseksi.

Hierarkiapuun elementtien suhteellinen merkitys saadaan selville vertaamalla tietyn tason elementtejä parittain toisiinsa seuraavaksi ylemmällä tasolla olevan kriteerin suhteen. Käyttäen Saaty'n määrittämää matriisien ominaisarvoihin perustuvaa menetelmää (ks. Golden, Wasil ja Harker, 1989 sekä Saaty, 1990) parivertailujen perusteella lasketaan hierarkian tietyn tason elementeille painoarvo, joka ilmaisee kunkin elementin suhteellisen merkityksen seuraavaksi ylemmällä tasolla sijaitsevan kriteerin kannalta.

SUHTEELLINEN TÄRKEYS	MÄÄRITELMÄ	TULKINTA
1	TEKLJÄT YHTÄ TÄRKEITÄ	TEKLJÄT VAIKUTTAVAT YHTÄ PALJON TAVOITTEEN SAAVUTTAMISEEN
3	TOINEN TEKLJÖISTÄ LIEVÄSTI TÄRKEÄMPI	KOKEMUS JA ARVIOT VIITTAAVAT TOISEN TEKLJÄN SUUREMPAAN MERKITYKSEEN
5	TOINEN TEKLJÖISTÄ TÄRKEÄMPI	KOKEMUS JA ARVIOT OSOITTAVAT TOISEN TEKLJÄN SUHTEELLISEN MERKITYKSEN TÄRKEÄMMÄKSI
7	TOINEN TEKLJÖISTÄ SELVÄSTI TÄRKEÄMPI	KÄYTÄNTÖ ON SELVÄSTI OSOITTANUT TEKLJÄN TÄRKEYDEN JA SEN DOMINANSSIN SUHTEESSA TOISEEN ELEMENTTIIN
9	TOINEN TEKLJÖISTÄ HUOMATTAVASTI TÄRKEÄMPI	KÄYTÄNNÖN KOKEMUS JA EMPIIRISET NUMEROHAVAINNOT OSOITTAVAT KIISTATTA TEKLJÄN SUUREMMAN MERKITYKSEN
2, 4, 6, 8	VÄLIARVOT VERTAILULLE	KOMPROMISSIIN PÄÄDYTTÄESSÄ

Kuva 2.2. Parivertailujen asteikko (Saaty ja Kearns, 1985).

Kysymyksien asettelulla on suuri merkitys vertailtaessa elementtejä toisiinsa (Saaty, 1982). Kysymyksien täytyy kuvata oikealla tavalla elementtien suhdetta toisiinsa ja toisaalta elementtien suhdetta ylempään tason kriteeriin. Mittarina vertailussa voidaan käyttää esimerkiksi elementtien suhteellista tärkeyttä, todennäköisyyttä tai mielekkyyttä. Kysymystyypit voivat olla luonteeltaan subjektiivisia, mikä on yksi AHP-menetelmän etu: subjektiivisilla kysymyksillä voidaan mallissa ottaa huomioon tosiasioiden lisäksi vertailun suorittajan omat kokemukset ja mielipiteet (Tuominen, 1986).

Saaty (1982) on kehittänyt asteikon, jonka avulla elementtien välistä suhdetta mitataan (kuva 2.2). Tämä tehdään asteikolla 1,3,5,7,9, jossa 1 tarkoittaa elementtien olevan samanarvoisia ja 9 ilmoittaa toisen elementin olevan huomattavasti toista tärkeämpi. Saaty (1982) mukaan kokemus on osoittanut asteikon toimivan ja kuvaavan hyvin ihmisen arvostelukykyä kahden tekijän suhteen määrittämisessä.

Parittaiset vertailut aloitetaan hierarkiapuun ensimmäiseltä varsinaiselta tasolta arvioidulla elementtien suhteellista merkitystä päätavoitteen toteutumisen suhteen. Kun kaikki ensimmäisen tason elementtien väliset vertailut on tehty, siirrytään hierarkian toiselle tasolle. Toisen tason elementtien suhteellinen merkitys kunkin ensimmäisen tason elementin kannalta arvioidaan jälleen parittaisten vertailujen avulla. Tällä tavalla edetään hierarkiapuuta alaspäin, kunnes alimman tason elementtien, eli ratkaisuvaihtoehtojen, painoarvot on määritetty.

Elementtien parittaisessa vertailussa on tehokasta käyttää apuna neliömatriiseja (Saaty, 1982). Esimerkki matriisin käytöstä on esitetty taulukossa 2.1.

<b>ongelma</b>	<i>elementti 1</i>	<i>elementti 2</i>	<i>elementti 3</i>
<i>elementti 1</i>	a11	a12	a13
<i>elementti 2</i>	a21	a22	a23
<i>elementti 3</i>	a31	a32	a33

**Taulukko 2.1.** Vertailumatriisi.

Matriisin alkiot on esitetty muodossa a11...a33. Ne saavat Saaty'n arvosteluasteikon mukaisia arvoja (1..9) tai niiden käänteislukuja. Vertailut aloitetaan matriisin ensimmäiseltä riviltä arvioidulla elementti 1:n suhteellista merkitystä vuorollaan kaikkiin kolmeen elementtiin (Tuominen, 1986). Jos vertailun suorittaja arvioi esimerkiksi elementin 1 ongelman kannalta huomattavasti tärkeämmäksi kuin elementti 2, matriisin alkiota a12 saa arvon 9 ja vastaavasti alkiota a21 saa arvon 1/9. Matriisin lävistäjäalkiot saavat arvon 1.

Kun kaikille elementeille kaikilla tasoilla on laskettu parivertailuihin perustuen painoarvot, ne täytyy vielä yhdistää ratkaisuvaihtoehtojen paremmuusjärjestyksen selville saamiseksi. Painoarvot yhdistetään kertomalla kunkin elementin painoarvo vastaavan seuraavaksi ylempällä tasolla olevan elementin painoarvolla ja laskemalla yhteen kunkin elementin hierarkian eri osista saamat painoarvot. Näin laskettu kokonaispainoarvo kuvaa kunkin elementin kokonaismerkityksen hierarkian ylimmällä tasolla sijaitsevan elementin kannalta. Ratkaisuvaihtoehtojen kokonaispainokertoimet saadaan selville mekaanisilla laskutoimituksilla, joihin päätöksentekijä ei enää vaikuta (Tuominen, 1986). Ratkaisujen laskemiseen on vaivattominta käyttää apuna tietokonetta, ja esimerkiksi myöhemmin esiteltävä Expert Choice -ohjelma soveltuu hyvin tähän tarkoitukseen.

### 2.1.3 Vertailujen johdonmukaisuuden tarkistaminen

Parittaisten vertailujen johdonmukaisuuden tarkistaminen on kolmas AHP-menetelmän pääperiaate. Johdonmukaisuutta voidaan havainnollistaa seuraavalla esimerkillä: jos päätöksentekijä pitää tekijää A tietyn kriteerin kannalta lievästi parempana (3) kuin tekijää B ja tekijää B vastaavasti lievästi parempana (3) kuin tekijää C, johdonmukainen vertailu edellyttää tällöin tekijän A olevan huomattavasti parempi (9) kuin tekijä C ( $3 \times 3 = 9$ ). Käytännössä päätöksentekijän vertailuissa esiintyy kuitenkin joskus huomatta-vaakin epäjohdonmukaisuutta.

Saatyn (1982) mukaan tietty määrä epäjohdonmukaisuutta vertailuissa tarvitaan, jotta AHP-mallin avulla saadaan todellisuudessa käyttökelpoisia tuloksia. AHP-menetelmässä vertailujen johdonmukaisuutta mitataan laskemalla johdonmukaisuusindeksi (*consistency index, C.I.*) ja jakamalla se Saatyn määrittämällä keskimääräisellä epäjohdonmukaisuudella, joka riippuu vertailumatriisin koosta (Saaty, 1980). Saatu suhdeluku (*consistency ratio*) kuvaa todennäköisyyttä, että parivertailut on tehty täysin sattumanvaraisesti (Golden ym., 1989). Korkeimmaksi hyväksyttäväksi suhdeluvun arvoksi on määritetty 0,10, mikä merkitsee, että 10 %:n todennäköisyydellä päätöksentekijä on suorittanut parivertailut täysin sattumanvaraisesti. Koko hierarkian johdonmukaisuus saadaan tarkistettua yhdistämällä kunkin tason parivertailujen johdonmukaisuutta kuvaavat suhdeluvut. Jos hierarkian epäjohdonmukaisuus on liian suuri, parivertailut tulee tehdä uudelleen. Hierarkian epäjohdonmukaisuuden tarkistamisen ovat kuvanneet yksityiskohtaisesti muun muassa Saaty (1990) ja Golden ym. (1989).

## 2.2 AHP:n tietokonesovelluksia

AHP-menetelmään perustuvista tietokoneohjelmista ehkä tunnetuin on nimeltään Expert Choice, jonka suunnitteluun ja rakentamiseen on osallistunut AHP-menetelmän kehittäjä Thomas L. Saaty. Expert Choice vastaa täysin AHP-menetelmän periaatteita sisältäen myös joitakin lisäominaisuuksia.

Expert Choice -ohjelman avulla voidaan rakentaa ongelmaa tai päätöstilannetta kuvaava hierarkiapuun sekä suorittaa hierarkiapuun elementtien parittaiset vertailut ja tarvittavat laskutoimitukset. Expert Choice -ohjelmalla rakennettava päätösmalli voi sisältää viisi vertikaalista tasoa, ja jokainen hierarkiapuun elementti voi jakautua seitsemään osatekijään. Lisäksi ohjelma määrittää parivertailujen johdonmukaisuuden Saatyn menetelmän mukaan. AHP-mallin tulokset ohjelma esittää numeroina ja grafiikkana. Expert Choicen käytön etuna on nimenomaan välttyminen työläiltä ja monivaiheisilta laskutoimituksilta.

Herkkyysanalyysi on yksi Expert Choicen AHP-menetelmään tuoma lisäominaisuus. Herkkyysanalyysin avulla voidaan analysoida, kuinka muutokset hierarkiapuun elementtien painotuksissa vaikuttavat ratkaisuvaihtoehtojen saamiin painoarvoihin (Forman ym., 1986).

Expert Choice -ohjelma sisältää myös ominaisuuden, jota on mahdollisuus käyttää päätöstilanteissa, joissa ratkaisuvaihtoehtojen määrä on suuri (Forman ym., 1986). Tämän niin sanotun ratings-ominaisuuden avulla välttyään suurelta määrältä parittaisia vertailuja, minkä vaihtoehtojen runsaus aiheuttaa. Ratings-taulukon käyttö perustuu siihen, että varsinaisten vaihtoehtojen sijasta jokaiseen alimman tason kriteeriin liitetään arvosteluasteikko, jonka avulla sitten arvioidaan varsinaisia vaihtoehtoja. Arvosteluasteikko määärtyy kriteerin luonteen ja päätöksentekijän arviointikyvyn mukaan: esimerkkinä arvosteluasteikosta voidaan mainita *erinomainen-hyvä-keskinkertainen-välttä-*



*vä-huono*. Yleensä arvosteluasteikkoja käytettäessä oletetaan virheellisesti, että asteikko jakautuu kriteeristä riippumatta samanlaisiin tasavälisiin luokkiin (esim. *erinomainen*=5, *hyvä*=4, *keskinkertainen*=3, *välttävä*=2 ja *hyvä*=1). AHP-menetelmää käytettäessä arvosteluasteikon luokkien painoarvot määritetään parivertailujen avulla erikseen jokaisen kriteerin kohdalla, jolloin saadaan selville arvosteluasteikon luokkien todelliset merkityserot. Ratkaisuvaihtoehtojen lopullinen järjestys saadaan selville laskemalla yhteen niiden saamia arvosanoja vastaavat painoarvot (Forman ym., 1986).

Muista AHP-menetelmään perustuvista tietokoneohjelmista mainittakoon Maanpuolustuskorkeakoulullekin hankittu professori Raimo Hämäläisen kehittämä HIPRE 3+ (Hämäläinen ja Lauri, 1992). Ohjelma on ominaisuuksiltaan paljolti samanlainen kuin Expert Choice.

### 2.3 AHP:n avulla tuetun päätösprosessin vaiheet

Forman ym. (1986) laajensivat Simonin (1960) määrittämät kolme päätöksenteon päävaihetta seitsemästä vaiheesta koostuvaksi AHP:n avulla tuetuksi päätöksentekoprosessiksi seuraavasti:

1. *Ongelman määrittäminen ja tarvittavan informaation hankkiminen*. Ensimmäinen vaihe sisältää kolme osaa: ongelman tunnistamisen, kriteerien ja vaihtoehtojen tunnistamisen sekä vaihtoehtojen analysoinnin. Ongelman tunnistaminen käsittää olemassaolevien ongelmien määrittämisen sekä niiden ongelmien valinnan, jotka ovat riittävän tärkeitä ja monimutkaisia edellyttääkseen analysointia. Vaiheen toinen osa voidaan toteuttaa joko tunnistamalla ensin päätöskriteerit ja sitten vaihtoehdot (*top-down*) tai päinvastaisessa järjestyksessä (*bottom-up*). Vaihtoehtojen analysointi edellyttää riittävän informaation hankkimista, jotta vaihtoehtoja voidaan arvioida kunkin kriteerin suhteen.

2. *Vaihtoehtojen karsinta*. Toisen vaiheen tavoitteena on määrittää kriteerit, jotka kuvaavat ratkaisuvaihtoehdoille asetettavia minimivaatimuksia, sekä eliminoida ne vaihtoehdot, jotka eivät täytä edellä mainittuja vaatimuksia.

3. *AHP-mallin muodostaminen*. Määritettyjen kriteerien ja ratkaisuvaihtoehtojen perusteella rakennetaan ongelmaa kuvaava AHP-malli.

4. *Parivertailujen suorittaminen*. Mallin muodostamisen jälkeen hierarkian elementtejä verrataan pareittain toisiinsa ylemmällä tasolla sijaitsevien elementtien suhteen. Parivertailujen perusteella lasketaan kullekin elementille painoarvo, joka kuvaa kyseisen elementin suhteellista merkitystä ylemmällä tasolla sijaitsevan elementin suhteen.

5. *Kokonaispainoarvojen laskeminen*. Hierarkian elementeille lasketaan kokonaispainoarvot, jotka ilmaisevat kunkin elementin kokonaismerkityksen päätösprosessissa. Kokonaispainoarvon perusteella määritetään paras ratkaisuvaihtoehto.

6. *Parhaan vaihtoehdon analysointi*. Tämän vaiheen tavoitteena on analysoida saatua ratkaisua mm. herkkyyssanalyysien avulla ja varmistaa, että saatu ratkaisu on yhdenmukainen päätöksentekijöiden intuitioon perustuvan ratkaisun kanssa. Tässä vaiheessa AHP-malliin voidaan joutua tekemään muutoksia sekä rakenteen että parivertailujen suhteen.

7. *Ratkaisun dokumentointi*. Päätösprosessin viimeisessä vaiheessa päätösprosessi dokumentoidaan, jotta päätösprosessin kulku ja saatu ratkaisu voidaan saattaa intressiryhmien tietoisuuteen. Expert Choice -tietokoneohjelma antaa päätöksentekijöille mahdollisuuden useiden erilaisten raporttimallien käyttöön dokumentoinnissa.

### 2.4 AHP - menetelmä ryhmä päätöksenteossa

Useimmissa organisaatioissa päätökset tehdään kollektiivisesti ryhmissä, ja Dyerin ja Formanin (1992) mukaan AHP soveltuu hyvin ryhmäpäätöksenteon tukemiseen. AHP-

menetelmän avulla voidaan muun muassa johtaa keskustelua ryhmässä siten, että kutakin päätökseen vaikuttavaa tekijää tai kriteeriä analysoidaan systemaattisesti vuorollaan, jolloin keskustelun aiheet eivät pääse satunnaisesti vaihtelevaan aiheesta toiseen. AHP-menetelmää käytettäessä ryhmän "vahvat" jäsenet eivät pysty jatkuvasti ohjaamaan keskustelua haluamilleen alueille, vaan ryhmän kukin jäsen voi tuoda esille näkemyksensä asioista, joista heillä on tietoa ja kokemusta. Keskustelu ryhmässä jatkuu, kunnes kaikki käytettävissä oleva informaatio on käsitelty ja konsensus ratkaisuvaihtoehdosta, joka todennäköisimmin täyttää päätökselle asetetut tavoitteet, on saavutettu.

Dyer ja Forman (1992) määrittivät kolme erilaista kontekstia ryhmäpäätöksenteolle: (1) *common objectives context*, jolloin ryhmän kaikilla jäsenillä on samat tavoitteet, (2) *non-common objectives context*, jolloin ryhmän jäsenillä on erilaiset ja osittain julkituomattomat tavoitteet ja (3) *conflict context*, jolloin ryhmän jäsenet pyrkivät saamaan myönnytyksiä muilta jäseniltä omien tavoitteidensa hyväksi. Kun ryhmän jäsenillä on yhtenäiset tavoitteet, AHP-menetelmää voidaan hyödyntää seuraavilla tavoilla:

- konsensuksen rakentaminen
- äänestäminen tai kompromissin määrittäminen, jos esimerkiksi jonkin parivertailun arvosta ei synny yksimielisyyttä
- jos äänestäminen tai kompromissi ei ole mahdollista, ryhmän jäsenten henkilökohdalliset arviot tietyn parivertailun osalta yhdistetään laskemalla yksittäisten arvioiden geometrinen keskiarvo
- erillisten AHP-mallien rakentaminen kullekin ryhmän jäsenelle tai ryhmän jäsenistä koostuvan tason lisääminen yhteiseen malliin välittömästi ylimmän tason alapuolelle.

Jos ryhmän jäsenillä ei ole yhteisiä tavoitteita, kolme viimeisintä mainituista AHP:n käyttötavoista ovat relevantteja. Jos kysymyksessä on *conflict context*, kukin ryhmän jäsen pyrkii arvioimaan myönnytykset, jotka hän voi tehdä muille ja jotka hän voi saada ryhmän muilta jäseniltä.

Yksityiskohtaisemmin AHP:n soveltamista ryhmäpäätöksenteon tukemisessa on käsitelty muun muassa seuraavissa esityksissä: Saaty (1982) ja Golden ym. (1989).

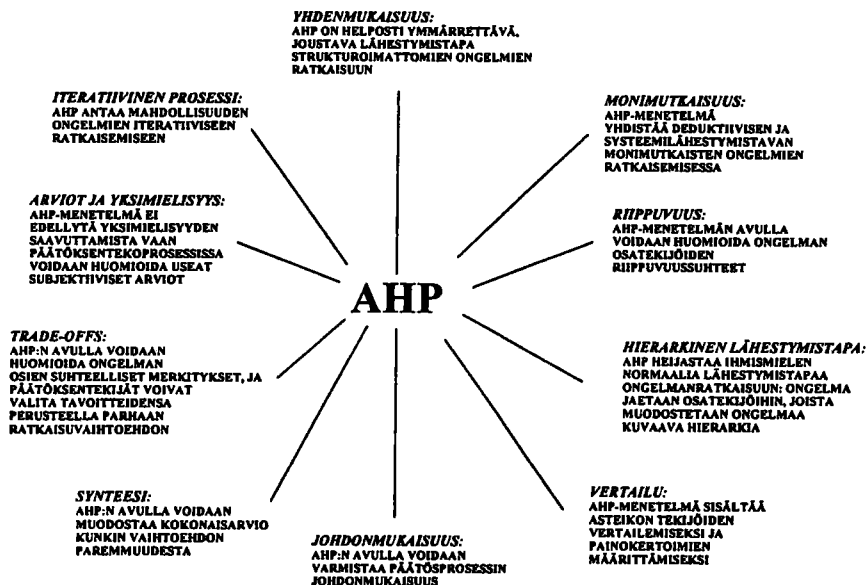
## 2.5 AHP - menetelmän edut ja sovelluskohteet

AHP-menetelmä on joustava päätöksenteon tukimalli, joka sallii päätöksentekijöiden analysoida monitavoitteisten ongelmien rakennetta tekemällä omia oletuksia ja johtaa ratkaisut olettamustensa pohjalta (Saaty, 1982). Käyttäessään AHP-menetelmää päätöksentekijä joutuu todella paneutumaan ongelmaan, sillä päätöksentekijällä on keskeinen rooli mallintamistyössä: päätöksentekijä joutuu itse määrittämään ongelmaa kuvaavan hierarkiapuun ja vertailemaan elementtien tärkeyttä (Insinööriutiset, 23.4.1986). AHP-menetelmän etuna on myös yksinkertaisuus, sillä menetelmä ei vaadi käyttäjältä teknisiä tietoja ja taitoja (Tuominen, 1986).

AHP-menetelmän muita etuja ovat mm. seuraavat (Saaty, 1982 sekä Insinööriutiset, 23.4.1986):

- menetelmä toimii samalla periaatteella ongelmatyypistä riippumatta, joten AHP:n sovellusmahdollisuudet ovat lähes rajattomat
- menetelmä on joustava sallien päätöksentekijöiden muuttaa päätösprosessin aikana hierarkiaa ja parivertailuissa antamia arvoja
- mallin antamien ratkaisujen herkkyyttä muutoksille voidaan testata
- AHP:a voidaan käyttää täydentämään muita menetelmiä (esim. kustannus/hyöty-analyysiä) ongelmien ratkaisussa
- AHP perustuu ihmisen luonnolliseen päätösprosessiin
- malli yhdistää päätöksentekijän subjektiiviset näkemykset ongelmaan liittyviin tosiasioihin

- parivertailumenetelmän ansiosta hierarkiaan kuuluville tekijöille ei välttämättä tarvitse antaa suoraan painoarvoa
  - AHP auttaa päätöksentekijöitä ymmärtämään paremmin ongelman rakennetta, ongelman osien välisiä riippuvuussuhteita ja päätöksien vaikutuksia
  - AHP testaa päätöksentekijöiden johdonmukaisuutta
  - AHP sopii erinomaisesti ryhmätyöskentelyyn.
- Yhteenveto AHP-menetelmän eduista on esitetty kuvassa 2.3.



Kuva 2.3. AHP-menetelmän edut (Saaty, 1982).

AHP-menetelmää on sovellettu lukuisissa tilanteissa monimutkaisten päätöksentekoprosessien mallintamiseen. Golden, Wasil ja Levy (Golden ym., 1989) ovat luetteloineet yli 150 julkaisua, joissa on kuvattu AHP-menetelmän käyttöä. Julkaisu on kategorisoitu sovellusalueen mukaan 29 luokkaan, ja suurin määrä julkaisuja on ilmestynyt seuraavilta sovellusalueilta: tietokoneet ja tietojärjestelmät, konfliktien analysointi, taloustiede, energia, ryhmäpäättökentekokoulutus, asevoimat, optimointi ja politiikka. Vargas (1990) on koonnut yhteenvetona AHP-menetelmän sovelluksista teollisuuden ja USA:n valtion piirissä seuraavilla osa-alueilla: taloudelliset ja johtamiseen liittyvät ongelmat, poliittiset ongelmat, sosiaaliset ongelmat ja teknologiset ongelmat.

## 2.6 AHP-menetelmän ongelma-alueet ja jatkotutkimuskohteet

AHP-menetelmään liittyviä ongelma-alueita ja jatkotutkimuskohteita ovat muun muassa seuraavat:

- *hierarkian tietyn tason elementtien keskinäinen riippuvuus*: menettelytavan hierarkian tietyn tason elementtien välisten riippuvuussuhteiden huomioimiseksi päätöstilanteissa ovat kuvanneet muun muassa Saaty ja Kearns (1985); elementtien keskinäisen

riippuvuuden takia joissakin tilanteissa päätösprosessia ei voida kuvata hierarkisessa muodossa, vaan se on kuvattava verkostona (ks. mm. Saaty ja Takizawa, 1986)

- *tarvittavien parivertailujen määrä*: mikäli päätöstilannetta kuvaava hierarkia sisältää lukuisia elementtejä, painokertoimien määrittämiseksi tarvittavien parivertailujen määrä kasvaa suureksi; menettelytapoja tarvittavien parivertailujen määrän vähentämiseksi ovat esittäneet muun muassa Harker (1987a), Harker (1987b) sekä Millet ja Harker (1990)

- *lopputuloksien pysyvyys*: yksi AHP-menetelmän kiistanalaisimmista ominaisuuksista on niin kutsuttu "rank reversal", toisin sanoen alkuperäisten ratkaisuvaihtoehtojen paremmuusjärjestys saattaa muuttua, jos analyysiin liitetään tarkasteltavaksi uusia ratkaisuvaihtoehtoja; kyseistä ongelmaa on käsitelty muun muassa Dyer (1990).

### 3. AHP:N SOTILASSOVELLUKSIA

Analyttistä hierarkiaproessia on käytetty useissa sotilaallisissa sovelluksissa (ks. esim. Saaty ja Forman, 1993). Itse asiassa se on saanut alkunsa sotilasympäristössä, kun menetelmän kehittäjä Thomas L. Saaty teki suunnittelutöitä Yhdysvaltojen puolustusministeriölle (*Department of Defence*) 1970-luvun alussa.

Tätä tutkimusta varten tehtiin tietokonehaku muutamaan tietokantaan<sup>1</sup>. Näissä oli kaikkiaan 38 artikkelia, jotka käsitelivät AHP:n sotilaallisia sovelluksia. On varmaa, että tehtyjä sovelluksia on huomattavasti enemmän eikä suurta osaa niistä ole niiden luonteen takia edes raportoitu. Osa mainituissa tietokannoissa olleista kirjoituksista on opinnäytteitä ja osa artikkeleita tieteellisissä julkaisuissa. Suurin osa tutkimuksista on julkaistu 1990-luvulla. Pääosa kirjoituksista käsiteli jollain tavalla valintaongelmaa. Tällaisia kirjoituksia oli yhteensä 17 kappaletta. Myös operatiiviseen suunnitteluun liittyviä tutkimuksia oli useita. Tarkempi selvitys kirjoitusten jakautumisesta eri aihealoihin on taulukossa 3.1.

AIHEALUE	kpl	Huom!
<i>Kaluston valinta ja arviointi</i>	8	Ryhmäpäätös 2 kpl
<i>Projektin valinta</i>	6	
<i>Teknologian valinta</i>	3	
<i>Asejärjestelmien vertailu</i>	4	
<i>Operatiivinen ja taktinen suunnittelu</i>	7	Ryhmäpäätös 1 kpl
<i>Strateginen suunnittelu</i>	3	
<i>Joukkojen suorituskyvyn arviointi</i>	2	
<i>Maalianalyysi</i>	2	
<i>Riskianalyysi</i>	1	
<i>Menetelmien kehittäminen</i>	2	
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>38</b>	

**Taulukko 3.1.** Sotilaallisten AHP-sovellusten jakautuminen aihealoittain.

<sup>1</sup>Käytetyt tietokannat: ABI/INFORM, © 1994 UMI; INSPEC, © 1994 Institution of Electrical Engineers; NTIS, 1994 NTIS, US Department of Commerce; Ei Compendex\*Plus, © 1994 Engineering Info. Inc. ja SCISEARCH, © Institution for Scientific Information.

Seuraavassa tarkastellaan joitakin mainituista tutkimuksista tarkemmin. Tarkasteltavat aiheet on valittu siten, että niistä saisi mahdollisimman monipuolisen kuvan sekä itse AHP:sta että varsinkin sen mahdollisuuksista sotilaallisessa suunnittelussa ja päätöksenteossa.

### 3.1 Strateginen suunnittelu

Mielenkiintoinen esimerkki AHP:n käytöstä strategiseen suunnitteluun on Saaty'n keväällä 1982 Pittsburghissa pidetyssä seminaarissa (*Management Program for Executives*) esille ottama ongelma Iso-Britannian toiminnasta Falklandin saarten konfliktissa (ks. Saaty ja Alexander, 1989). Tässä esimerkissä, jonka Saaty siis toteutti Britannian laivaston osittain jo matkatessa kohti Falklandin saaria, arvioivat 25 päätöksentekijää eri maista Britannian mahdollisia toimia sekä niiden hyötyjä ja kustannuksia. He päätyivät seuraaviin kolmeen mahdolliseen strategiaan:

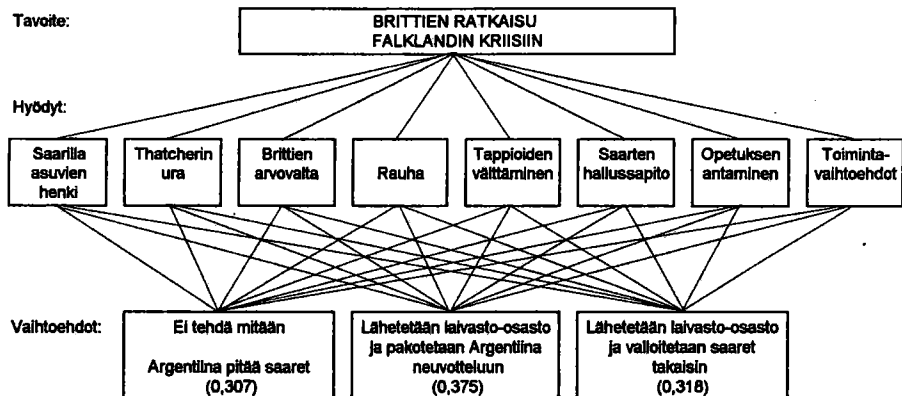
1. Ei tehdä mitään eli antaa Argentiinan pitää saaret.
2. Lähetetään laivasto-osasto ja pakotetaan Argentiina neuvotteluun.
3. Lähetetään laivasto-osasto ja valloitetaan saaret takaisin.

Positiivisia asioita eli hyötyjä otettiin tarkasteluun seuraavat kahdeksan:

1. Saarilla asuvien hengen pelastaminen.
2. Thatcherin uran pelastaminen.
3. Brittiläisen arvovallan säilyttäminen.
4. Rauha.
5. Menetysten välttäminen.
6. Saarten hallussapito.
7. Opetuksen antaminen Argentiinalle.
8. Toimintavaihtoehtojen säilyttäminen.

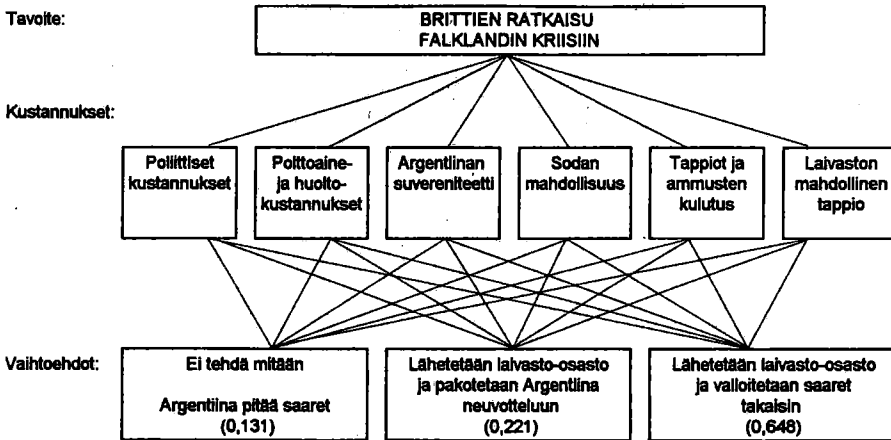
Vastaavasti negatiivisia vaikutuksia eli kustannuksia katsottiin olevan seuraavat kuusi:

1. Poliittiset kustannukset.
2. Polttoaine- ja huoltokustannukset.
3. Argentiinan suvereniteetti.
4. Sodan mahdollisuus.
5. Tappiot ja ammusten kulutus.
6. Mahdollisuus laivaston tappioon.



Kuva 3.1. Britannian hyödyt Falklandin kiistassa.

Näiden perusteella muodostettiin hyötyjä ja kustannuksia kuvaavat AHP-hierarkiat, joita kumpaakin tarkasteltiin erillisenä. Muodostetut hierarkiat on esitetty kuvissa 3.1 ja 3.2.



Kuva 3.2. Britannian kustannukset Falklandin kiistassa.

AHP:iin kuuluvien parivertailujen jälkeen, jotka siis mainitut päätöksentekijät suorittivat, saatiin hyvyysluvat eri strategioille. Nämä luvut ovat kuvien 3.1 ja 3.2 alimmaisissa laatikoissa. Tämän jälkeen yksinkertaisesti laskettiin hyötyjen ja kustannusten suhde ja saatiin ratkaisu, joka olisi kaikkein tehokkain strategia. Jakamalla hyötyjen painokerroin kustannusten vastaavalla osoittautui vaihtoehto olla tekemättä mitään kaikkein parhaaksi, kuten seuraavasta taulukosta 3.2 käy ilmi.

Vaihtoehto	Hyödyt	Kustannukset	Hyöty/kustannus
<i>Ei tehdä mitään</i>	0,307	0,131	$0,307/0,131=2,34$
<i>Pakottaminen neuvotteluun</i>	0,375	0,221	$0,375/0,221=1,70$
<i>Saarten valloitus</i>	0,318	0,648	$0,318/0,648=0,49$

Taulukko 3.2. Hyöty/kustannus -analyysi.

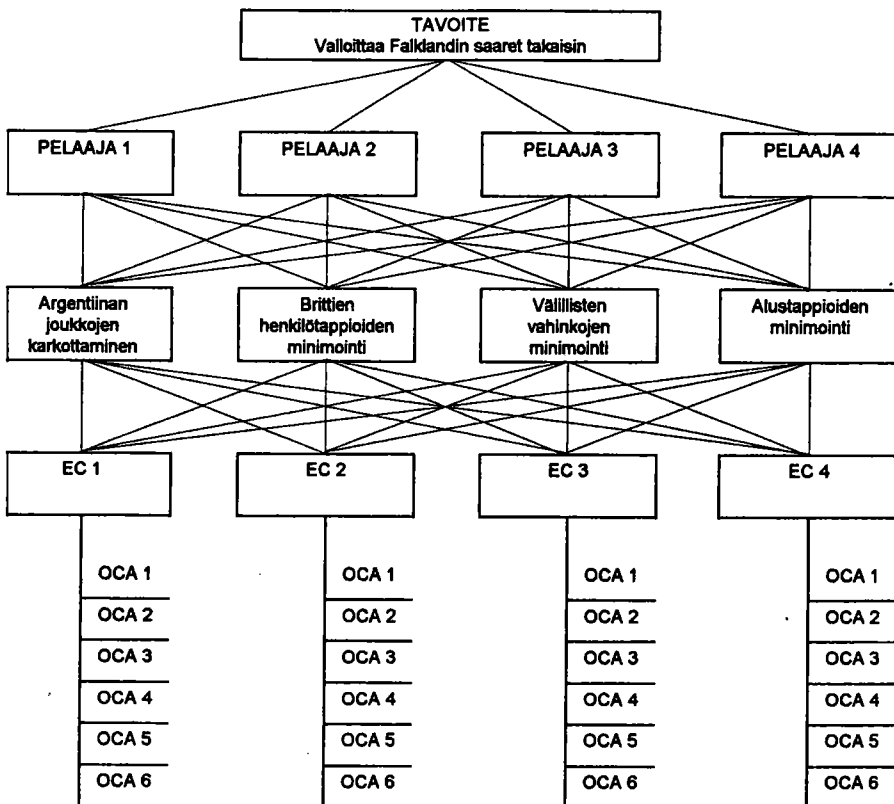
Saaty ja Alexander selittävät tuloksen poikkeavuutta todellisesta ratkaisusta - Britannian laivastohan oli jo matkalla - kahdella seikalla. Ensinnäkin he arvostelevat sitä, että britit eivät osanneet tarkastella tuloksia riittävän pitkällä aikavälillä. Toisin sanoen he eivät osanneet arvioida hyötyjen ja kustannusten suhdetta oikein. Toisena selityksenä he pitävät sitä, että malli ei riittävän hyvin ottanut huomioon brittien vastuuta saarten asukkaista. Näin ollen argentiinalaisten karkoittaminen saarelta sai kenties liian pienen painoarvon. Herää tietenkin mielenkiitoinen kysymys siitä, mitä olisi tapahtunut, jos Britannia olisi tehnyt kuten analyysin tulos suositteli eikä olisi lähettänyt joukkojaan Falklandille! Se on kuitenkin turhaa spekulointia ja jälkiviisautta eikä kuulu tämän tutkimuksen piiriin.

Esimerkki - todellisesta päätöksestä poikkeavasta tuloksesta huolimatta - osoittaa, että näinkin monimutkainen ja kauaskantoinen ongelma on ratkaistavissa suhteellisen yksinkertaisella mallilla. Se myös samalla kuitenkin osoittaa, että analyysin tulos on aina hyvin riippuvainen itse arviointiprosessista. Se ei voi olla sitä parempi!

### 3.2 Operatiivinen suunnittelu

Esimerkki AHP:n käytöstä operatiiviseen suunnitteluun on niin ikään Falklandin kiistasta. Tässä esimerkissä ratkotaan ongelmaa siitä, mihin brittien tulisi suunnata mairinnousunsa Falklandin saarilla. Tässä tapauksessa AHP:a käytettiin tavallaan esikuntatyöskentelyn apuvälineenä. Päätöksentekoon nimittäin osallistui neljä "pelaajaa", jotka kukin edustivat omaa erikoisalaansa. Analyysi on raportoitu Naval War Collegien raportissa (Korosec, 1993).

Käytetty hierarkia muodostui viisiportaiseksi siten, että kukin neljästä pelaajasta arvioi neljää erilaista vihollistilannetta (*enemy capability, EC*) neljän tehokkuusmittarin avulla. Omia toimintavaihtoehtoja (*own course of action, OCA*) oli kuusi ja niitä arvioitiin ottaen huomioon eri vihollistilanteet. Hierarkia on piirretty kuvaan 3.3.



Kuva 3.3. Mairinnousun kohteen valinnassa käytetty hierarkia.

Pelaajille kuvattiin varsin tarkasti yleistilanne ja voimasuhteet sekä arvioitiin omia ja vastustajan heikkouksia ja vahvuuksia. Lisäksi annettiin muutamia muita reunaehtoja. Näiden arvioiden perusteella sitten muodostettiin edellä mainitut sekä omat että vihollisen toimintavaihtoehdot. Pelaajia pyydettiin tämän jälkeen tekemään arvionsa kullakin hierarkian tasolla eri vaihtoehtojen suhteellisesta tärkeydestä tai paremmuudesta. Käytössä oli normaali AHP:ssa käytetty asteikko (1,3,5,7,9), jossa 1 osoittaa arvioitavien olevan yhtä tärkeitä tai hyviä ja 9 puolestaan osoittaa ominaisuuden olevan huomattavasti tärkeemmän tai paremman kuin verrattava ominaisuus. Analyysi on tehty käyttäen Expert Choice -nimistä tietokoneohjelmistoa (Forman ja Saaty, 1993).

Menemättä sen tarkemmin analyysin yksityiskohtiin, jotka voi lukea edellä mainitusta raportista, todettakoon lopputuloksen muodostuneen seuraavaksi:

OCA	TOIMINTA	PAINO
2	<i>Hyökkäys San Carlosiin, eteneminen Stanley'iin</i>	0,299
3	<i>Hyökkäys Bluff Cove'en, eteneminen Stanley'iin</i>	0,267
4	<i>Hyökkäys Cow Bay'hin, eteneminen Stanley'iin</i>	0,150
1	<i>Hyökkäys Stevelly bay'hin, voiman kasvattaminen</i>	0,135
5	<i>Hyökkäys Berkeley Sound'iin, Port Stanley'n valloitus</i>	0,096
6	<i>Hyökkäys suoraan Port Stanley'iin sen valloittamiseksi</i>	0,052

**Taulukko 3.3.** Toimintavaihtoehtojen painokertoimet.

Analyysin jälkeen tehtiin herkkyysanalyysyjä, jotta saatiin muun muassa selville mitä eri pelaajille annetut painoarvot vaikuttavat. Pelaajien painoarvot määritettiin tässä tapauksessa sen perusteella, miten johdonmukaisia he arvioinneissaan olivat. AHP nimittäin laskee tehtävien parivertailujen perusteella suhdeluvun (*consistency ratio*), joka osoittaa kuinka johdonmukaisia tehdyt arviot ovat. Suhdeluvun arvo vaihtelee välillä 0...1 ja mitä pienempi se on sitä johdonmukaisempia arviot ovat. Tässä esimerkissä olivat pelaajan 2 arviot erittäin johdonmukaisia ( $< 0,1$ ) ja hänen painokertoimekseen tuli 0,502. Pelaaja 1 puolestaan oli hyvin epäjohdonmukainen ( $> 0,7$ ) ja hänen painokertoimensa oli vain 0,084. Pelaajan 4 paino oli 0,242 ja 3:n 0,172. Käytetty menetelmä pelaajien painokertoimien määrittämiseksi ei tarkoita sitä, että heidän operaatiotaidolliset kykynsä olisivat eriarvoiset, vaan ainoastaan sitä, että johdonmukaisempiin arvioihin kykenevälle pelaajalle haluttiin antaa suurempi painoarvo. Eri henkilöiden painoarvon määrittämisessä voi tietenkin käyttää mitä tahansa perustetta, kuten esimerkiksi vastuun määrää, asiantunte-  
musta tai henkilökohtaista arvostusta.

Herkkyysanalyysi osoitti, että:

- mikäli pelaajan 1 painoarvo olisi yli 0,48 olisi vaihtoehto (OCA) 1 paras
- pelaajan 2 painoarvon ollessa yli 0,68 olisi 3 paras
- jos pelaajaa 3 painotettaisiin yli 0,55 olisi vaihtoehto 4 paras
- vaihtoehto 3 olisi paras jos pelaajan 4 painoarvo olisi alle 0,12.

Herkkyysanalyysillä voidaan tutkia myös muita yhteyksiä arvioitavien ominaisuuksi-  
en välillä. Mainitussa raportissa on muun muassa tarkasteltu sitä, miten erilainen paino-  
tus vihollistilanteille muuttaa vaihtoehtojen paremmuusjärjestystä.

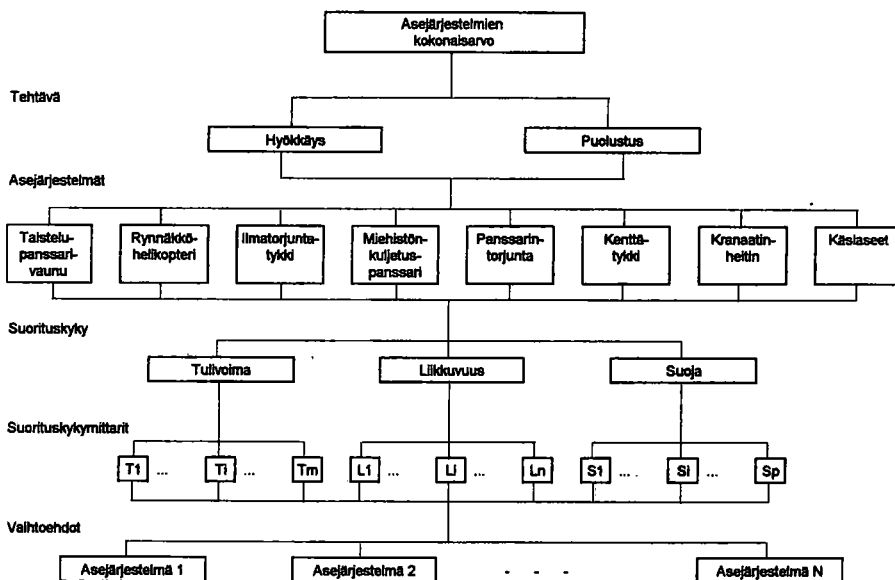
Edellisessä esimerkissä (strateginen suunnittelu) poikkesi analyysin tulos todellisesta päätöksestä. Tässä tapauksessa - mielenkiintoista kyllä - oli analyysin tulos sama kuin brittien tekemä todellinen päätös; hyökkäys San Carlosiin ja eteneminen sieltä kohti Stanley'ä (OCA 2).



### 3.3 Joukkojen suorituskyvyn arviointi

Joukkojen suorituskykyä on perinteisesti arvioitu käyttäen erilaisia pisteytysmenetelmiä ja ominaisuuksien painokertoimia (Taylor, 1983). Eräs tällainen on mm. varta vasten joukkojen ja asejärjestelmien tehokkuuden mittaamiseen Yhdysvalloissa 1970-luvulla kehitetty WEI/WUV (*weapon effectiveness index/weighted unit value*) -menetelmä (Lee ja Ahn, 1991). Tällaisten menetelmien vaikeutena on kuitenkin oikeiden painokertoimien määrittäminen ja oikeudenmukaisten hyvyyspisteiden antaminen. Ongelmaa on pyritty pienentämään käyttäen erilaisia asiantuntija-arviointimenetelmiä, kuten esimerkiksi Delphi-tekniikkaa. Nyt esitettävässä esimerkissä on mainittujen ongelmien vähentämiseksi kehitetty AHP:a hyväksi käytävä asejärjestelmien vertailuun perustuva malli joukkojen suorituskyvyn arvioimiseksi. Mallin toimivuutta on testattu arvioimalla sen avulla Korean niemimaan länsiosien puolustusjärjestelyjä (ks. Lee ja Ahn, 1991).

Mallissa käytetty hierarkia muodostui tavallaan kahdesta osin päällekkäisestä rakenteesta. Kolme ylintä kerrosta: *tehtävä* (hyökkäys, puolustus), *asejärjestelmät* (panssarit, tykistö, käsiaseet jne.) ja *suorituskyky* (tulivoima, liikkuvuus, suoja) muodostavat ylärakenteen ja kolme alinta: *suorituskyky* (ks. ed.), *ominaisuudet* (esim. läpäisykyky, nopeus, toimintasäde jne.) ja itse *vertailtavat järjestelmät* muodostavat alatason. Hierarkia on esitetty kuvassa 3.4.



Kuva 3.4. Asejärjestelmien vertailussa käytetty hierarkia.

On tietenkin mahdollista, että päätöksentekijä toteuttaa analyysin yksin. Tällöin tosin on ongelmana se, että hänen asiantuntemuksensa tuskin riittää kaikille osa-alueille. Onkin paljon luonnollisempaa, että kunkin alan asiantuntija tekee oman erikoisalansa vertailut ja ne sitten yhdistetään ylemmällä tasolla. Toisin sanoen tekniset yksityiskohdat arvioidaan erikseen ja operatiiviset ominaisuudet erikseen. AHP soveltuu hyvin tällaiseen tarkasteluun, koska vertailut tehdään kullakin portaalla erikseen muista riippu-

matta. Sen lisäksi, että eri portailla tehtävät arviot tehdään eri henkilöiden toimesta on myös mahdollista, että samalla tasolla olevat eri erikoisalajat arvioidaan kukin oman asiantuntijan toimesta.

Saadakseen käsityksen mallinsa toimivuudesta ja luotettavuudesta, käyttivät Lee ja Ahn sitä rinnan perinteisen Delphi-menetelmän kanssa Korean puolustusjärjestelmien vertailuun. Tutkimus tehtiin siten, että 44 Korean asevoimien asiantuntijaa toteutti ensin tarvittavat AHP- parivertailut kahdeksalle asejärjestelmälle ja määrittä sitten järjestelmille suhteelliset hyvyysluvut käyttäen tavanomaista Delphi-tekniikkaa. Molemmissa tapauksissa laskettiin asiantuntija-arvioista geometriset keskiarvot jatkokäsittelyä varten. AHP:n painokertoimet siis määritettiin ratkaisemalla ominaisarvotehtävä näistä keskiarvoista muodostetuille matriiseille eikä erikseen kullekin arvioijalle (44 kpl). Delphi-menetelmää käytettiin kaksivaiheisena siten, että ensimmäisen vaiheen tulokset kerrottiin arvioijille ja pyydyttiin heiltä tämän jälkeen uutta henkilökohtaista arviota. Tarkempi selvitys tutkimuksen toteutuksesta ja sen tuloksista on mainitussa artikkelissa. Suurin ongelma AHP:n käytössä on tarvittavien parivertailujen suuri määrä. Tätä haittaa voi tietenkin pienentää jakamalla työ eri asiantuntijoiden kesken, kuten todellisessa tapauksessa on muutenkin järkevää tehdä.

Tutkimus osoitti, että tulokset olivat molemmilla menetelmillä (AHP ja Delphi) samanlaiset, joskin AHP:n käyttö osoittautui käyttäjien mielestä helpommaksi. Tuloksista rohkaistuneina ovat sen tekijät aloittamassa Korean asevoimien kokonaisarviointia kuvassa 3.4 olevaa AHP-hierarkiaa käyttäen.

### 3.4 Asejärjestelmien vertailu

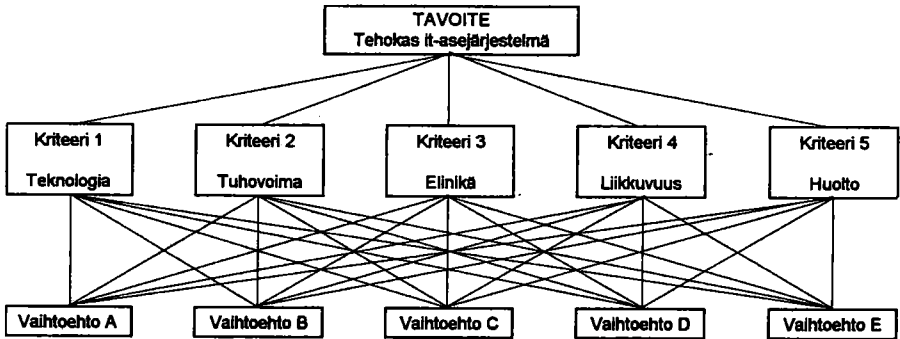
AHP:n käytöstä asejärjestelmien vertailuun esitetään taiwanilainen esimerkki ilmatorjunnasta (ks. Cheng ja Mon, 1993). Esimerkki on mielenkiintoinen myös siinä mielessä, että siinä on tavanomaisessa AHP:ssa käytettävien tarkkojen arvojen (1,3,...,9) sijasta käytetty epätarkkoja eli sumeita (*fuzzy*) arvoja. Käyttämällä sumeita arvoja pyritään siihen, että niillä voitaisiin paremmin kuvata sanallisia ja kenties epämääräisiäkin arvioita. Viimeaikainen kehitys sumeiden joukkojen hyväksikäytössä on siis laajentunut myös tälle sovellusalueelle.

Esimerkki on varsin yksinkertainen, joskin juuri sellainen, mikä usein tulee kysymykseen todellisessa tilanteessa. Tehtävänä on valita asejärjestelmä lähi-ilmatorjuntaan. Arvioitavia asejärjestelmiä on viisi ja niiden ominaisuudet on lueteltu taulukossa 3.4.

Ominaisuus\Vaihtoehto	A	B	C	D	E
1 Kaliiperi (mm)	37	37	35	40	37
2 Lähtönopeus (m/s)	>1000	>1000	1175	1060	>1000
3 Tulinopeus (ls/min)	350-400	400-450	550	300	500
4 Ampumaetäisyys (m)	4000	4000	4000	>4000	4000
5 Perätyymismatka (mm)	140-145	140	60	230	~70
6 Rekyyli (N)	50 000	75 000	15 000	27 000	20 000
7 Lukon rakenne	Kiila	Kierre	Kalanpyrstö	Kiila	Kalanpyrstö
8 Kokonaispaino (kg)	4000	>5000	5850	4800	>6000
9 Tuhoamistodennäköisyys	0,72	0,72	0,66	0,91	0,72

Taulukko 3.4. Vertailtavien lähi-ilmatorjunta-aseiden ominaisuudet.

Kriteerit, joiden perusteella valinta tehdään ovat: teknologia, tuhovoima, elinikä, liikkuvuus ja huolto. Näin ollen saadaan kuvan 3.5 kaltainen hierarkia.



Kuva 3.5. Ilmatorjunta-asejärjestelmän valinnassa käytetty hierarkia.

Mainitut kriteerit jaettiin alakriteereihin; esimerkiksi teknologia koostuu lähtönopeudesta, tulinopeudesta sekä ampumaetäisyydestä ja huolto puolestaan varaosien saatavuudesta, lukon rakenteesta, latauslaitteen rakenteesta, varsinaisen tykin rakenteesta, sitoutumisesta määrätyn tyyppiseen ampumatarvikkeeseen sekä mahdollisuudesta käyttää olemassaolevia a-tarvikkeita. Näiden alakriteereiden mukaan annettiin kullekin asejärjestelmälle pisteitä 0, 0,5 tai 1, jotka sitten summattiin ja saatiin näin lukuarvo itse pääkriteerille. Menemättä yksityiskohtaisen tarkasti kaikkiin käytettyihin numeroarvoihin ja niiden perusteisiin, jotka voi lukea puheena olevasta raportista, saatiin siis kullekin vaihtoehdolle (A, B,...,E) jokaista kriteeriä (1, 2,...,5) kuvastava lukuarvo. Esimerkiksi eliniästä saivat vaihtoehdot seuraavat "pisteet":

A = 4,0; B = 2,5; C = 3,5; D = 3,5 ja E = 3,5.

Tämänkaltaisten pisteiden antaminen vaihtoehdoille eri kriteereiden perusteella on samanlainen menettely, mitä käytetään "perinteisissä" moniattribuuttista hyötyteoriaa (*multiple attribute utility theory*, MAU) hyväksi käytävissä päätöksentekomalleissa (Belton, 1986). Tässä esimerkissä jatko kuitenkin tehdään AHP:n mukaisesti, kuten seuraavasta käy ilmi.

Vaihtoehtoja verrattiin pareittain niiden kullekin kriteerille saamien yhteispisteiden perusteella. Näin saatiin viisi matriisia, joista tässä esimerkkinä on eliniän vertailua koskeva matriisi:

$$C_3 = \begin{array}{c|ccccc} & A & B & C & D & E \\ \hline A & 1 & \bar{7} & \bar{3} & \bar{3} & \bar{3} \\ B & 1/\bar{7} & 1 & 1/\bar{5} & 1/\bar{5} & 1/\bar{5} \\ C & 1/\bar{3} & \bar{5} & 1 & \bar{1} & \bar{1} \\ D & 1/\bar{3} & \bar{5} & 1/\bar{1} & 1 & \bar{1} \\ E & 1/\bar{3} & \bar{5} & 1/\bar{1} & 1/\bar{1} & 1 \end{array}$$

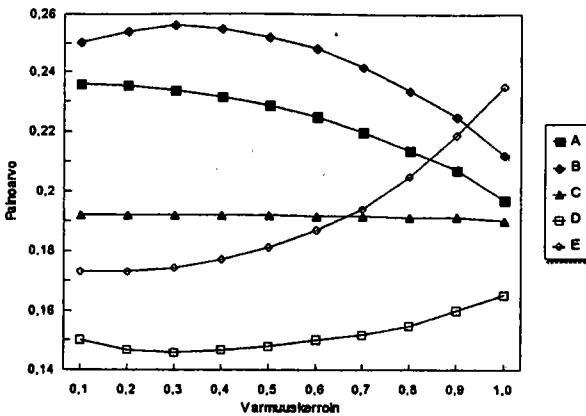
Viiva (-) numeron päällä osoittaa sen olevan epätarkka eli sumea arvo. Matriisista nähdään, että vaihtoehto A on (elinian suhteen) selvästi parempi (7) kuin B (4,0 vs. 2,5) ja lievästi parempi (3) kuin C, D ja E (4 vs. 3,5). Vaihtoehdot C, D ja E ovat keskenään yhtä hyvät (1) (3,5) ja ne puolestaan ovat parempia (5) kuin B (3,5 vs. 2,5).

Käyttämällä sumeita arvoja ja niiden laskentaan soveltuvaa matematiikkaa, voidaan tuloksia tarkastella annettujen lukuarvojen erilaisilla varmuuskertoimilla (*confidence level*). Lisäksi voidaan ottaa käyttöön päätöksentekijän optimistisuutta kuvaava indeksi ja tarkastella tuloksia myös sen funktiona. Usein riittää tarkastella optimististä, neutraalia ja pessimististä tapaus (ks. kuvat 3.6-3.8).

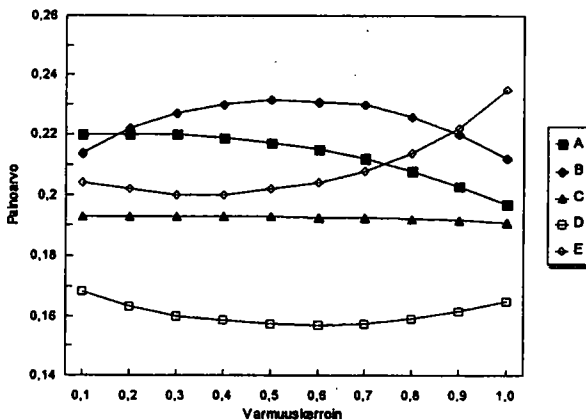
Sen lisäksi, että itse vaihtoehtoja verrattiin keskenään, asetettiin myös käytetyt kriteerit pareittain vertailuun. Käytetty tärkeysjärjestys oli: teknologia, tuhovoima, liikkuvuus, elinikä ja huolto. Esimerkissä käytetyillä varmuuskertoimen ja optimistisuusindeksin arvoilla (molemmat 0,5) tuli kriteereiden painokertoimiksi vastaavasti: 0,507; 0,263; 0,131; 0,065 ja 0,034.

Mainituilla oletuksilla saatiin vaihtoehtoilta seuraavat painoarvot: A = 0,218;

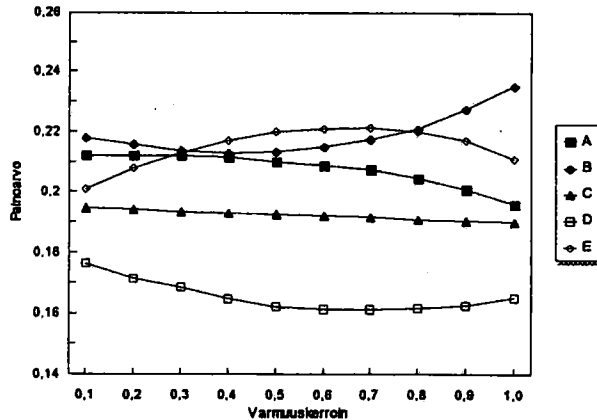
B = 0,232; C = 0,193; D = 0,157 ja E = 0,201. Toisin sanoen vaihtoehto B osoittautui parhaaksi lähi-ilmatorjunta-aseeksi! Tulokset eri varmuuskertoimilla on esitetty kuvassa 3.7. Kuvissa 3.6 ja 3.8 on vastaavasti tulokset optimistiselle ja pessimistiselle päätöksentekijälle.



Kuva 3.6. Ilmatorjunta-aseiden painokertoimet optimistiselle päätöksentekijälle.



Kuva 3.7. Ilmatorjunta-aseiden painokertoimet neutraalille päätöksentekijälle.



Kuva 3.8. Ilmatorjunta-aseiden painokertoimet pessimistiselle päätöksentekijälle.

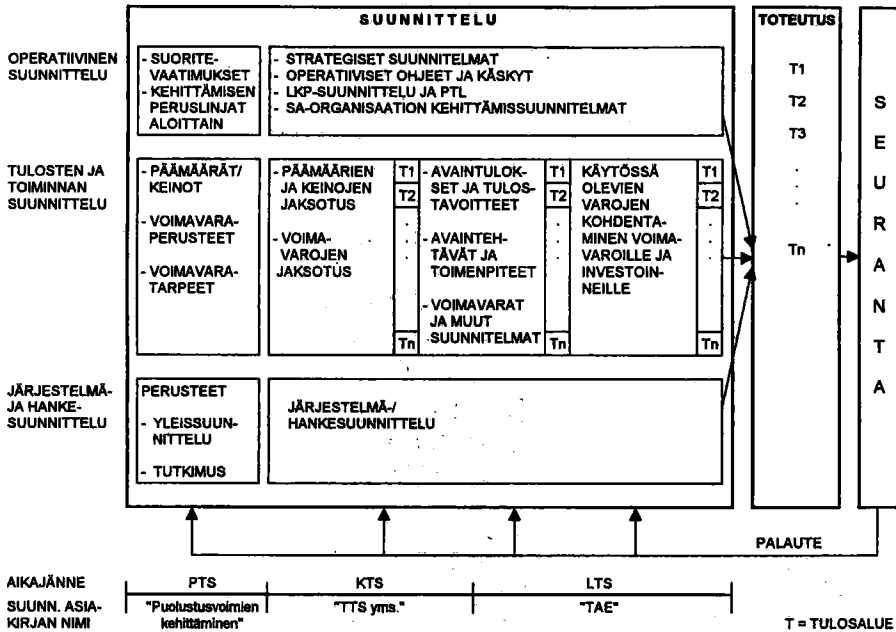
Kuten havaitaan, on vaihtoehto B paras sekä optimistisessä että neutraalissa tapauksessa, mutta pessimistisen päätöksentekijän on valittava vaihtoehtojen B ja E väliltä käyttäen apunaan esimerkiksi varmuuskerrointa.

Esitetty esimerkki osoittaa AHP:n soveltuvan hyvin nimenomaan valintaongelmien ratkaisemiseen silloin, kun vaihtoehtoja on kohtalainen määrä. Laajentamalla laskenta sumeiden joukkojen hyväksikäyttöön, voidaan "pehmentää" kovaa ja paljon kritiikkiäkin kohdannutta vertailuasteikkoa, jossa siis - joskus käytetyistä sanallisista selityksistä (lievästi parempi, parempi, selvästi parempi jne.) huolimatta - käytetään lukuja 1,3,...,9.

#### 4. AHP:N HYÖDYNTÄMINEN PUOLUSTUSVOIMIEN SUUNNITTELUJÄRJESTELMÄN TUKENA

Puolustusvoimien suunnittelukäsikirjan mukaan sotilaallisen maanpuolustuksen suunnittelun osa-alueita ovat puolustus suunnittelun perusteiden hankinta ja ylläpitäminen sekä varsinainen suunnitelmien laadinta (Suunnittelukäsikirja, 1993). Suunnittelu nojautuu puolustusvoimien tehtäviin, muihin yhteiskunnallisiin ja strategiaan perusteisiin sekä kutakin suunnittelujaksoa varten tehtäviin erillisselvityksiin ja kehitysarvioihin. Sotilaallisen maanpuolustuksen toteutusmalli, puolustusperiaate sekä uhka-arviosta ja teknisestä kehitysarviosta johdetut suoritevaatimukset muodostavat puolustusjärjestelmän kehittämisen ja käytön suunnittelun perusteet. Eri organisaatiotasot toimivat kiinteässä vuorovaihtuksessa puolustusjärjestelmän ylläpitämiseen ja kehittämiseen sekä sen käytön suunnitteluun liittyvissä tehtävissä. Suunnitteluprosessin keskeisimpänä tuloksena laaditaan pitkän aikavälin kehittämissuunnitelma sekä operatiivinen käsky, jotka muodostavat jatkosuunnittelun perustan. Suunnittelujärjestelmän perusrakenne on esitetty kuvassa 4.1.

Puolustusvoimien suunnittelujärjestelmä jakaantuu kuvan 4.1 mukaisesti kolmeen osa-alueeseen: operatiiviseen suunnitteluun, tulosten ja toiminnan suunnitteluun sekä järjestelmä- ja hankesuunnitteluun. Operatiivinen suunnittelu sisältää sodanajan tai muiden poikkeusolojen toimintaan varautumisen ohjaten puolustusvoimien toimintaa kokonaisuudessaan ja antaen perusteet muulle suunnittelulle. Tulosten ja toiminnan suunnittelu koostuu tulostavoitteiden asettamisesta yksiköille, tarvittavien toimenpiteiden ja voi-



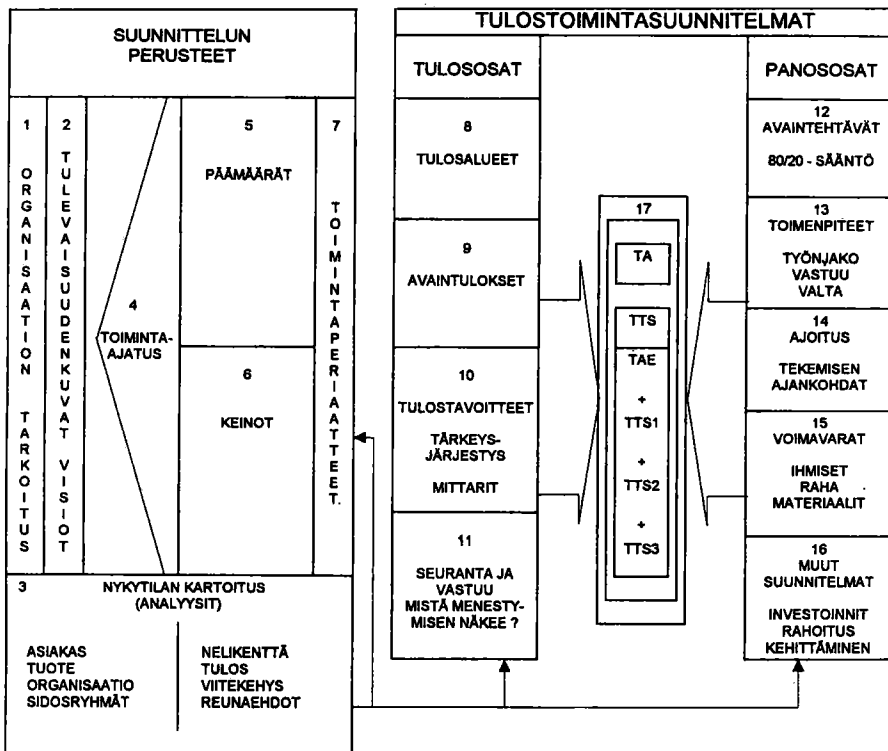
Kuva 4.1. Suunnittelujärjestelmän perusrakenne (Suunnittelukäsikirja, 1993).

mavarojen suunnittelusta tavoitteiden saavuttamiseksi sekä tarvittavien hallinnollisten ehdotus- ja päätösasiakirjojen laadinnasta. Järjestelmäsunnittelun tavoitteena on laatia kehittämisen peruslinjojen mukaiset toteuttamishankkeet projektisuunnitelmineen ja tarvittavine taloudellisine suunnitelmineen.

Ajallisesti kaikkia kolmea suunnittelun osa-alueita toteutetaan pitkällä, keskipitkällä ja lyhyellä tähtäyksellä. Pitkän tähtäyksen suunnitelmat kattavat 15 vuoden jakson, joka on jaettu kolmeen yhtä pitkään suunnittelukauteen. Pitkän tähtäyksen suunnitelmat tarkistetaan olosuhteiden oleellisesti muuttuessa mutta kuitenkin vähintään viiden vuoden välein. Keskipitkän tähtäyksen suunnitelmat kattavat noin viiden vuoden ajanjakson. Lyhyen tähtäyksen suunnitelmilla keskipitkän tähtäyksen suunnitelmien 1-2 ensimmäistä vuotta tarkennetaan täsmällisiksi toimenpideohjelmiksi sekä kustannus- ja rahoituslaskelmiksi.

Tässä tutkimuksessa keskitytään erityisesti tulosyksiköiden tulosten ja toiminnan suunnitteluun. Puolustusvoimien tulos-/suunnitteluyksiköitä ovat puolustushaarat, maanpuolustusalueet, sotilasläänit, joukko-osastot, esikunnat ja laitokset. Yksikön tulosten ja toiminnan suunnitteluprosessi on esitetty kuvassa 4.2.

Yksikön tulosten ja toiminnan suunnittelu jakaantuu kahteen osakokonaisuuteen: suunnittelun perusteiden määrittämiseen sekä tulostoimintasuunnitelmien laadintaan (Suunnittelukäsikirja, 1993). Suunnittelun perusteet -osa muodostaa viitekehyksen suunnittelulle, ja tavoitteena on analysoida yksikön olemus ja nykytila sekä niihin vaikuttavat tekijät ja määrittää tulevaisuuteen tähtäävät päämäärät ja toimintaperiaatteet. Suunnittelun perusteet -osa käsittää seuraavat osakokonaisuudet: yksikön tarkoituksen määrittäminen, tulevaisuuden kuvien analysointi, nykytilan kartoitus (asiakas-, tuote-, organisaatio-



Kuva 4.2. Yksikön tulosten ja toiminnan suunnitteluprosessi (Suunnittelukäsikirja, 1993).

tio-, sidosryhmä-, nelikenttä- ja tulosanalyysi sekä suunnittelun kehys ja taloudelliset reunaehdot), tulostointiminta-ajatuksen määrittäminen, päämäärien ja keinojen määrittäminen päämääriin pääsemiseksi sekä toimintaperiaatteiden laatimisen. Tulostointimintas suunnitelma-osan avulla toiminta-ajatus ja päämäärät tarkennetaan tulosalueittain keskeisten tuloksien ja niiden edellyttämien toimenpiteiden sekä resurssien allokoinnin suunnitelmaksi. Tulostointimintas suunnitelma muodostuu keskeisten menestystekijöiden ja aikaansaannosten suunnittelusta (tulososa) ja niihin kohdennettujen keskeisten toimenpiteiden ja resurssien suunnittelusta (panososa). Tulososassa määritetään tulosalueet ja avaintulokset, niiden painotukset, tulostavoitteet sekä seurantatapa. Panososassa määritetään avaintehtävät, olennaisimmat toimenpiteet ja projektit, voimavarat ja resurssit, vastuhenkilöt sekä aikataulut.

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan AHP-menetelmän soveltamismahdollisuuksia suunnittelun perusteet -osan tukemiseen.

#### 4.1 AHP:n hyödyntäminen tulevaisuuden kuvien ja pitkän tähtäimen päämäärien määrittämisessä

Yksikön "tulevaisuuden kuvat" on analyysi ja ennuste oman toiminnan ja ympäristön mahdollisista muutoksista ja yksikön toimintaan vaikuttavista tekijöistä 3-10 vuoden

aikajänteellä (Suunnittelukäsikirja, 1993). Päämäärien avulla määritetään yksikön haluttu/tarvittava kehityssuunta. Päämäärä on siis tietty tavoiteltu tila tai kehityksen taso, joka pyritään saavuttamaan määrätyin ajan kuluessa.

Tässä tutkimuksessa tulevaisuuden kuvien ja pitkän tähtäimen päämäärien määrittämistä tarkastellaan AHP:n hyödyntämisenäkökulmasta. Tulevaisuuden kuvista käytetään seuraavassa nimityksiä visio/skenaario ja pitkän tähtäimen päämääristä nimitystä strateginen päämäärä.

Visio on käsite, jolla kuvataan tulosyksikön tila melko kaukaisessa tulevaisuudessa (Karlöf, 1989). Vision määrittämisen taustalla on usein oletus, että tulosyksikkö ja sen toimintaympäristö kehittyvät parhaiden oletuksien mukaisesti. Visio kuvaa niitä toiveita, joita tulosyksikön tai sen osatoiminnon kehitykselle asetetaan, ja visio toimii strategisen suunnittelun lähtökohdaksi. Vision tärkeimpiä tehtäviä on luoda sitoutumista ja lisätä motivaatiota henkilöstön keskuudessa; visio on osa yrityskulttuuria ja yksikön arvomaailmaa. Rowen, Dickelin, Masonin ja Snyderin (1990) mukaan vision tulee:

- olla yksinkertainen, selvästi määritelty ja helposti ymmärrettävissä
- sijoittua ajallisesti riittävän pitkälle, jotta sen avulla voidaan kuvata suuriakin muutoksia, mutta toisaalta vision avulla täytyy pystyä luomaan sitoutumista henkilöstön keskuudessa
- olla realistinen
- pystyä fokusoimaan organisaation toiminta oikeisiin asioihin, ja organisaation ylimmän johdon tulee selkeästi sitoutua vision saavuttamiseen ja viestittää jatkuvasti sen merkitystä ja saavutettavuutta koko organisaatiolle.

Strategisella päämäärällä tarkoitetaan pitkän tähtäimen tavoitetta, jonka avulla konkreetisoidaan vision kuvaamaa tavoitetilaa.

AHP-menetelmän kehittäjän, Thomas L. Saaty (1980) mukaan strateginen suunnittelu on dynaaminen prosessi, jonka tavoitteena on ohjata organisaatio todennäköisestä pitkän tähtäimen tulevaisuudentilasta haluttuun tavoitetilaan. Strateginen suunnittelu koostuu kahdesta vuorovaikutteisesta osasta, joita kutsutaan forward-prosessiksi ja backward-prosessiksi (Saaty ja Emshoff, 1982). Forward-prosessi on strategisen suunnittelun deskriptiivinen puoli, jonka tavoitteena on vastata seuraavaan kysymykseen: mikä on organisaation todennäköinen, looginen tulevaisuudentila organisaation ja sen toimintaan vaikuttavien ympäristötekijöiden nykyisten tavoitteiden, strategioiden ja toimenpiteiden seurauksena (Saaty ja Vargas, 1982)? Sitä strategisen suunnittelun osaa, jonka lähtökohdaksi on yrityksen haluttu pitkän tähtäimen tavoitetila, kutsutaan backward-prosessiksi. Backward-prosessi on luonteeltaan normatiivinen, ja sen avulla vastataan seuraavaan kysymykseen: minkälaisilla strategioilla ja toimenpiteillä yrityksen organisaation tavoitetila voidaan saavuttaa?

Keskeinen käsite sekä forward- että backward-prosessin kannalta on skenaario (Saaty ja Kearns, 1985). Saaty ja Kearnsin mukaan skenaario on oletettu tulevaisuudentila, joka määritetään tekemällä tiettyjä oletuksia nykyisistä ja tulevista kehitystrendeistä. Saaty (1977) määrittää skenaarion tulevaisuudenkuvaukseksi, joka painottuu voimakkaasti tietyn järjestelmän kuvaamiseen ottaen huomioon "riittäväällä" tasolla kyseisen järjestelmän vuorovaikutussuhteen sosiaalisten, poliittisten, teknologisten ja taloudellisten ympäristötekijöiden kanssa.

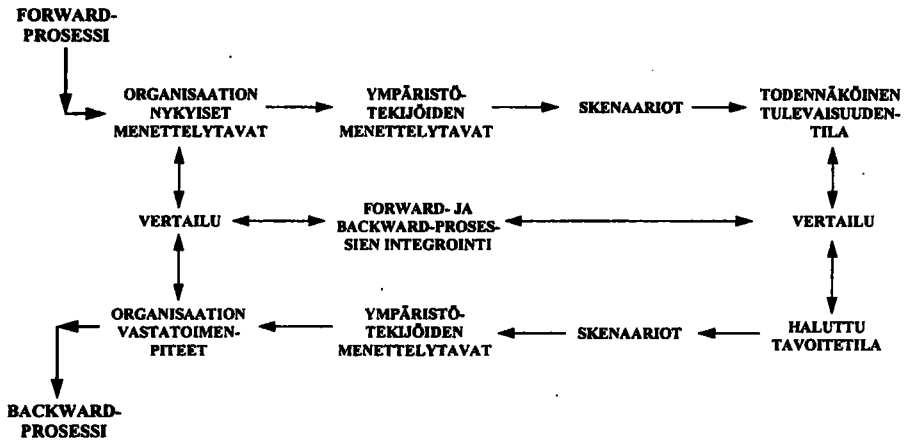
Luonteeltaan skenaariot voivat olla joko tutkivia tai ennakoivia (Saaty ja Kearns, 1985). Tutkivien skenaarioiden avulla pyritään kuvaamaan, mitä tulevaisuudessa saattaa tapahtua ottamalla lähtökohdaksi nykytilanne. Ennakoivien skenaarioiden avulla siirrytään tulevaisuudesta nykyisyyteen, ja tutkitaan halutun tavoitetilan saavuttamisen edellyttämien toimenpiteiden aiheuttamia muutoksia yrityksessä ja sen toimintaympäristössä.



Suunnitteluprosessin tehostamiseksi forward- ja backward-prosessit voidaan integroida (Saaty, 1982). Yhdistettäessä strategisen suunnittelun kaksi osa-aluetta suunnittelu etenee seuraavasti (Saaty ja Kearns, 1985):

1. Määritetään nykyisten toimintamallien tuloksena syntyvä todennäköinen tulevaisuudentila forward-prosessin avulla.
2. Määritetään haluttu tulevaisuudentila, toisin sanoen tulosyksikön visio.
3. Määritetään backward-prosessin avulla halutun tulevaisuudentilan saavuttamisen edellyttämät uudet toimenpiteet.
4. Yhdistetään uudet toimenpiteet forward-prosessiin, ja määritetään uudelleen todennäköinen tulevaisuudentila.
5. Verrataan todennäköistä ja haluttua tulevaisuudentilaa toisiinsa.
6. Toistetaan edellisiä toimenpiteitä, kunnes todennäköinen ja haluttu tulevaisuudentila ovat riittävässä määrin yhtenevät.

Forward- ja backward-prosessit yhdistämällä syntyvä suunnitteluprosessi voidaan esittää kuvan 4.3 mukaisen yleisen viitekehysten muodossa.



Kuva 4.3. Integroitu suunnitteluprosessi ( Saaty ja Emshoff , 1982).

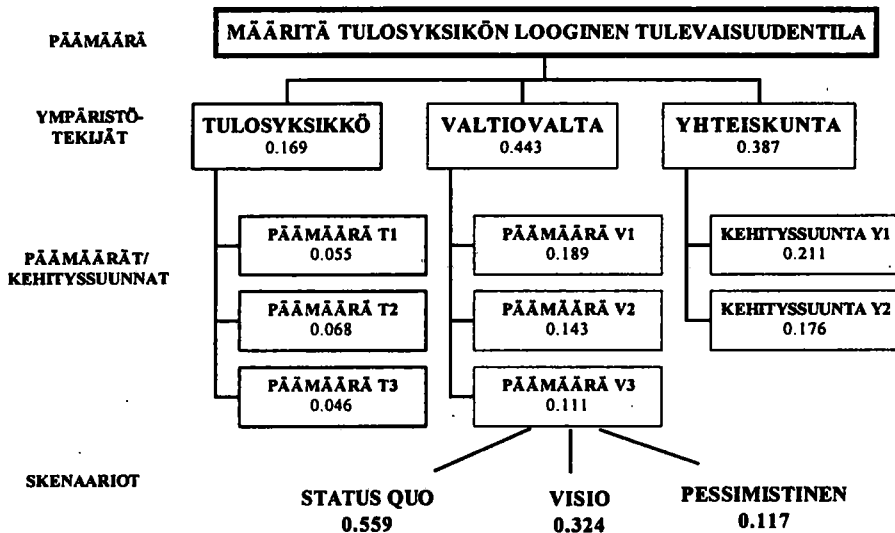
Kuvan 4.3 perusteella voidaan tunnistaa seuraavat suunnitteluprosessin perusmuuttujat (Saaty ja Vargas, 1982):

1. Menettelytavat (*planning policies*), jotka ovat yksikön käytettävissä.
2. Lopputulokset (*outcomes*), jotka yksikkö pyrkii saavuttamaan tulevaisuudessa.
3. Vaikutukset (*efficiencies*), jotka kuvaavat menettelytapojen tehokkuutta lopputuloksien saavuttamisessa.

Puolustusvoimien tietyn tulosyksikön tulevaisuuden kuvien ja pitkän tähtäimen päämäärien määrittämiseen AHP-perusteista forward/backward-prosessia voidaan soveltaa seuraavasti:

1. Ensimmäisen vaiheen tavoitteena on määrittää tulosyksikön todennäköinen tulevaisuudentila. Tulosyksikön suunnittelusta vastaava ryhmä laatii skenaariot, jotka kuvaavat tulosyksikön mahdollisia tulevaisuudentiloja. Yhden skenaarioista tulee kuvata visiota eli haluttua tulevaisuudentilaa. Seuraavaksi ryhmä identifioi toimintaympäristön tekijät, joilla on vaikutusta tulosyksikön pitkän tähtäimen kehittymiseen. Ryhmä analysoi

lisäksi, minkälaisia pitkän tähtäimen päämääriä identifioiduilla ympäristötekijöillä on tai mitkä ovat tietyn ympäristötekijän todennäköisiä pitkän tähtäimen kehityssuuntia. Edellä mainituista tekijöistä muodostetaan AHP-hierarkia, jonka ensimmäiselle tasolle sijoitetaan ympäristötekijät, toiselle tasolle ympäristötekijöiden päämäärät tai kehityssuunnat ja kolmannelle tasolle tulosityksikön visio ja muut skenaariot. Tarvittaessa kunkin tekijät voidaan vielä jakaa yksityiskohtaisempiin osiin. AHP-menetelmän mukaisesti ryhmä määrittää seuraavaksi hierarkian elementeille painoarvot parivertailujen avulla. Painoarvojen määrittämisen jälkeen elementeille lasketaan kokonaispainoarvot, ja analyysin lopputuloksena nähdään, mikä tulosityksikölle määritetyistä tulevaisuudenkuvista on todennäköisin. Herkkyysanalyysien avulla voidaan tarkastella, minkälaisia vaikutuksia elementtien painoarvoissa tapahtuvilla muutoksilla on analyysin lopputulokseen. Kuvasa 4.4 on esitetty esimerkkieriararkia, jossa on määritetty kolme tulosityksikön tulevaisuudenkehitykseen vaikuttavaa tekijää (tulosityksikkö itse, valtiovalta ja yhteiskunta), niiden päämäärät tai kehityssuunnat sekä kolme tulevaisuudenkuvaa (visio, pessimistinen skenaario ja status quo).



Kuva 4.4. Esimerkki forward-prosessissa käytettävästä AHP-hierarkiasta.

2. Toisen vaiheen tavoitteena on analysoida, mitkä ongelmat tai uhkatekijät heikentävät tulosityksikön mahdollisuuksia kehittyä halutun suunnan eli vision mukaisesti. Ongelmien ja uhkatekijöiden määrittämisen jälkeen tulosityksikön suunnittelusta vastaavan ryhmän tehtävänä on kartoittaa, miten ongelmien ja uhkatekijöiden vaikutuksia voidaan vähentää, toisin sanoen ryhmä määrittää tulosityksikölle vaihtoehtoisia strategisia päämääriä, joita toteuttamalla mahdollisuudet vision saavuttamiseen lisääntyvät. Seuraavaksi ryhmä kokoaa määritetyt tekijät AHP-hierarkiaksi, jonka ensimmäiselle tasolle sijoitetaan ongelmat ja uhkatekijät sekä toiselle tasolle vaihtoehtoiset strategiset päämäärät. Parivertailujen avulla määritetään painoarvot kunkin tason tekijöille, ja kokonaispainoarvojen perusteella voidaan todeta vakavimmat uhkatekijät sekä tehokkaimmat strategiset

päämäärät. Kuten forward-prosessissa, herkkyyssanalyysien avulla voidaan tarkastella analyysin lopputuloksien pysyvyyttä elementtien painokertoimien muuttuessa.

3. Prosessin kolmannen vaiheen tavoitteena on analysoida toisessa vaiheessa tehokkaimmiksi osoittautuneiden strategisten päämäärien vaikutusta tulosyksikön loogiseen tulevaisuudentilaan. Lähtökohtana kolmannen vaiheen analyysille on ensimmäisessä forward-prosessissa käytetty hierarkia, jota muokataan liittämällä tehokkaimmiksi osoittautuneet strategiset päämäärät tulosyksikön strategisten päämäärien joukkoon. Parivertailut suoritetaan uudestaan seuraavilta osin: (1) tulosyksikön strategisten päämäärien suhteellinen tärkeys ja (2) tulosyksikön tulevaisuudentilojen suhteellinen todennäköisyys kunkin strategisen päämäärän suhteen arvioidaan uudestaan. Laskemalla kokonaispainoarvot voidaan todeta, mikä vaikutus uusilla strategisilla päämäärillä on tulosyksikön loogiseen tulevaisuudentilaan. Tavoitteena on määrittää tulosyksikölle sellaiset strategiset päämäärät, että tulosyksikön todennäköisimmäksi tulevaisuudentilaksi muodostuu visio eli haluttu tulevaisuudentila. Mikäli kolmannen vaiheen analyysin perusteella vision toteutuminen ei näytä riittävän todennäköiseltä, joudutaan toimimaan iteratiivisesti eli palaamaan prosessin toiseen vaiheeseen tehokkaampien strategisten päämäärien määrittämiseksi.

Kun tulosyksikön strategiset päämäärät on määritetty, AHP-menetelmää voidaan edelleen hyödyntää keskipitkän tähtäyksen päämäärien asettamiseen sekä päämäärien saavuttamiseksi tarvittavien keinojen pohdintaan. Toimintamalli voi tällöin olla seuraava: (1) valitaan analysoitavaksi yksi strateginen päämäärä, (2) pilkotaan strateginen päämäärä keskipitkän tähtäimen osapäämääriksi, (3) kartoitetaan potentiaaliset keinot ja toimintamallit, joiden avulla päämäärät ovat saavutettavissa, (4) muodostetaan em. elementeistä AHP-hierarkia, ja (5) asetetaan hierarkian elementeille painoarvot parivertailujen avulla. Analyysin avulla saadaan priorisoitua keskipitkän tähtäyksen päämäärät sekä määritettyä potentiaalisten keinojen ja toimintamallien tehokkuus päämäärien saavuttamisessa.

## 4.2 AHP - menetelmän hyödyntäminen tulosyksikön nykytilan kartoituksessa

Puolustusvoimien suunnittelukäsikirjan (1993) mukaan tulosyksikön nykytilan kartoitus on joukko analyyskejä, joiden avulla määritetään suunnittelun pohjaksi vastaukset seuraaviin kysymyksiin: (1) minkä suuremman kokonaisuuden osa olemme, (2) missä tilanteessa olemme nyt, (3) mikä on "lähtöasema", ja (4) mikä on suhteemme ympäristöön? Nykytilan kartoituksen avulla luodaan lähtökohta tulevan kauden tulostoimintasuunnittelulle ja perusta saavutettujen tulosten objektiiviselle arvioinnille. Nykytilan kartoitus koostuu seuraavista analyyseistä: asiakas-, tuote-, organisaatio-, sidosryhmä-, nelikenttä- ja tulosanalyysi. Seuravassa esitetään kunkin analyysin tavoite Suunnittelukäsikirjan mukaisesti sekä arvioidaan AHP-menetelmän käyttömahdollisuuksia kunkin analyysin tukemisessa.

### 4.2.1 Asiakasanalyysi

Asiakasanalyysin tavoitteena on määrittellä tulosyksikön asiakas tai asiakkaat, toisin sanoen ne sidosryhmät, joihin toiminta keskeisesti kohdistuu tai joille toiminta tuottaa lisäarvoa tai hyötyä. Analyysin tavoitteena on lisäksi määrittää asiakkaan ne tarpeet, joita tulosyksikön tuottamat suoritteet tyydyttävät. Analyysin avulla varmistetaan, että tulosyksikön suunnittelu ja toiminta pystytään painottamaan ja suuntaamaan asiakkaan tarpeiden mukaisesti.

Soveltaessa AHP-menetelmää asiakasanalyysin tukemiseen käytettävä hierarkia voi yksinkertaisimmillaan muodostua esimerkiksi seuraavasti: ensimmäiselle tasolle sijoitetaan tulosityksikön eri asiakkaat tai asiakasryhmät, ja toiselle tasolle sijoitetaan asiakkaiden tai asiakasryhmien tarpeet, joita tulosityksikkö omilla tuotteillaan tyydyttää. Hierarkiaa voidaan tarkentaa jakamalla elementtejä edelleen pienempiin osiin. Toimintaympäristön mahdolliset kehityssuunnat voidaan huomioida analyysissä sijoittamalla hierarkian ylimmälle tasolle toimintaympäristön mahdollisia tiloja kuvaavat skenaariot. Parivertailujen avulla pystytään määrittämään asiakkaiden tai asiakasryhmien tärkeysjärjestys tulosityksikön toiminnalle sekä asiakkaiden erilaisten tarpeiden merkitys. Mikäli hierarkiassa käytetään hyväksi skenaarioita, pystytään analysoimaan asiakkaiden ja heidän tarpeidensa merkitys erilaisten toimintaympäristöön liittyvien oletuksien voimassaollessa. Herkkyysanalyysien avulla voidaan tarkastella hierarkian elementtien painoarvoissa tapahtuvien muutoksien vaikutuksia asiakkaiden tai heidän tarpeidensa tärkeyteen.

#### 4.2.2 Tuoteanalyysi

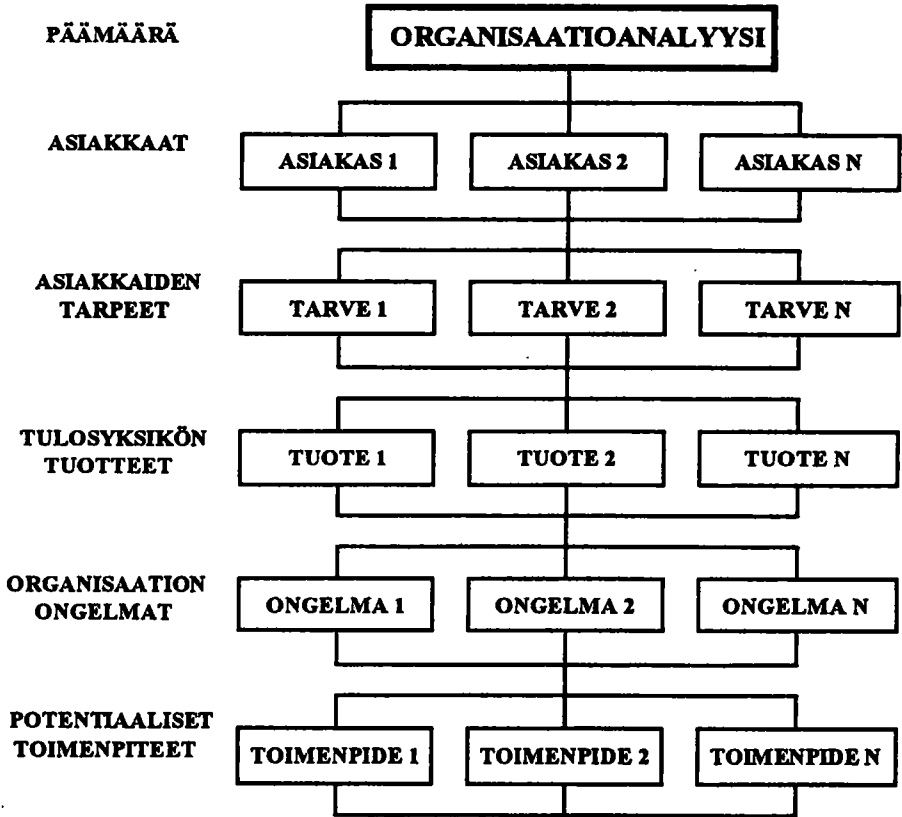
Tuoteanalyysin tavoitteena on määrittellä ne yksikön nykyiset ja mahdollisesti tulevat tuotteet/palvelut, joiden avulla asiakasanalyysissä kartoitetut tarpeet voidaan tyydyttää.

Kuten Suunnittelukäsikirjassa on mainittu, tuoteanalyysi muodostaa johdonmukaisen jatkon asiakasanalyysille. AHP-menetelmää käytettäessä asiakas- ja tuoteanalyysin välinen yhteys on helposti toteutettavissa, sillä tuoteanalyysin pohjana voidaan suoraan hyödyntää asiakasanalyysissä käytettyä hierarkiaa painokertoimiseen. Kyseiseen hierarkiaan lisätään alimmalle tasolle ne tulosityksikön nykyiset tai tulevat tuotteet/palvelut, joilla asiakkaiden kukin yksittäinen tarve on tyydytettävissä. Määrittämällä kunkin tuotteen/palvelun suhteellinen tärkeys kunkin asiakkaan tarpeen suhteen ja laskemalla kokonaispainoarvot, voidaan asettaa tulosityksikön tuotteet/palvelut tärkeysjärjestykseen. Tuotteiden/palvelujen saamat painoarvot muodostavat hyvän lähtökohdan päätettäessä, mitkä ovat tulosityksikön ydintuotteita ja -palveluja.

#### 4.2.3 Organisaatioanalyysi

Organisaatioanalyysin tavoitteena on selvittää, kuinka tulosityksikkö tuottaa asiakkaidensa tarvitsemat tuotteet ja palvelut. Analyysissä kartoitetaan yksikön organisaatiorakenteen nykytila ja arvioidaan organisaation kehittämistarpeita. Organisaatioanalyysin avulla selvitetään, onko tulosityksikön toimintatapa ja organisaatiorakenne sellainen, että asiakkaan tarvitsemat suoritteet pystytään toteuttamaan tehokkaasti ja taloudellisesti tinkimättä liikaa laadusta tai asiakastyytyväisyydestä.

AHP-menetelmän avulla toteutettavassa organisaatioanalyysissä voidaan lähtökohtana käyttää tuoteanalyysissä käytettyä hierarkiaa painokertoimiseen. Tavoitteena on analysoida kunkin tuotteen tai palvelun tuottamiseen liittyvät ongelmat, jotka sijoitetaan vastaaville paikoilleen hierarkiaan. Ongelmat voidaan sijoittaa hierarkiaan useammalle tasolle, toisin sanoen ensin pääongelmat, jotka edelleen jaetaan pienempiin osakokonaisuuksiin. Analyysiä jatketaan Suunnittelukäsikirjan mukaisesti määrittämällä kuhunkin ongelmaan potentiaalisia korjaavia toimenpiteitä ja sijoittamalla kyseiset toimenpiteet hierarkiaan. Suorittamalla tarvittavat parivertailut, pystytään muodostamaan selkeä kuva tuotteiden ja palvelujen tuottamista vaikeuttavien ongelmien tärkeysjärjestyksestä sekä luomaan perusta korjaavien toimenpiteiden suoritusjärjestyksestä. Esimerkki organisaatioanalyysissä käytettävästä hierarkiasta on esitetty kuvassa 4.5.



Kuva 4.5. Organisaatioanalyysin hierarkia.

#### 4.2.4 Sidosryhmäanalyysi

Sidosryhmäanalyysin tavoitteena on määrittellä ne henkilöt, henkilöstöryhmät, yksiköt, laitokset ja organisaatiot, joiden toiminnalla on vaikutusta yksikön omaan toimintaan tai päinvastoin. Sidosryhmäanalyysin avulla kartoitetaan keskeisimmät sidosryhmät, arvioidaan sidosryhmien toiminnan suuntaukset jatkossa ja määritetään sidosryhmäsuhteiden vaikutukset ja vaadittavat toimenpiteet.

AHP-menetelmän soveltaminen sidosryhmäanalyysiin muodostaa selkeän kokonaisuuden, jossa hierarkian ensimmäiselle tasolle sijoitetaan tulosyksikön keskeisimmät sidosryhmät, toisella tasolla esitetään kunkin sidosryhmän pitkän tähtäimen tavoitteet ja toiminnan suuntaukset, kolmannella tasolla yksilöidään sidosryhmien toiminnan mahdolliset vaikutukset oman tulosyksikön toimintaan, ja neljännellä tasolla esitetään oman tulosyksikön potentiaaliset toimenpiteet, joilla vastataan sidosryhmien toiminnan vaikutuksiin. Määrittämällä painoarvot hierarkian elementeille pystytään määrittämään eri

sidosryhmien ja niiden toimintasuuntien tärkeysjärjestys, arvioimaan omaan tulosityksikköön kohdistuvien vaikutusten todennäköisyysjärjestys sekä kartoittamaan tehokkaimmat toimenpiteet, joilla sidosryhmien toimintaan pystytään vastaamaan.

#### 4.2.5 Nelikenttäanalyysi

Nelikenttäanalyysin (SWOT-analyysin) tavoitteena on analysoida tulevien ympäristömuutoksien vaikutuksia yksikön toimintaan (uhkat ja mahdollisuudet) sekä arvioida omia voimavaroja ja aikaansaannoksia (vahvuudet ja heikkoudet). Analyysin avulla pystytään kohdentamaan yksikön toimintaa oleelliseen, toisin sanoen pystytään hyödyntämään vahvuuksia mahdollisuuksien hyväksikäytössä ja eliminoimaan heikkouksien vaikutuksia.

AHP-perusteisen vahvuuksien ja heikkouksien määrittämisen lähtökohtana voidaan käyttää esimerkiksi niin kutsuttuja kriittisiä menestystekijöitä, jotka ovat tulostavoitteiden saavuttamiseen vaikuttavia keskeisiä tekijöitä (Suunnittelukäsikirja, 1993). Kriittisiä menestystekijöitä voivat olla mm. johtamis-, suunnittelu- ja seurantajärjestelmät, tietojärjestelmät sekä organisaation rakenne. Analyysissä muodostetaan erilliset AHP-hierarkiat sekä vahvuuksien että heikkouksien tarkastelemiseksi. Hierarkiat muodostuvat seuraavista tasoista: (1) kriittiset menestystekijät, (2) kuhunkin menestystekijään liittyvät vahvuudet tai heikkoudet ja (3) vahvuuksien ylläpitämiseen ja vahvistamiseen tai heikkouksien eliminoimiseen liittyvät potentiaaliset toimenpiteet. Painoarvot määrittämällä muodostetaan selkeä käsitys kriittisten menestystekijöiden merkityksestä tulosityksikölle ja menestystekijöihin liittyvien vahvuuksien ja heikkouksien tärkeydestä sekä luodaan perusta tarvittavien toimenpiteiden valinnalle.

Ulkoisten uhkien ja mahdollisuuksien kartoituksen lähtökohtana voivat olla tulosityksikön kriittiset menestystekijät ja/tai tulosityksikön pitkän tähtäimen tavoitteet. Analyysissä käytettävät hierarkiat muodostetaan sijoittamalla menestystekijät tai tavoitteet ensimmäiselle tasolle, määrittämällä kuhunkin menestystekijään/tavoitteeseen liittyvät potentiaaliset toimintaympäristöstä aiheutuvat uhkat/mahdollisuudet sekä määrittämällä potentiaaliset toimenpiteet, joilla mahdollisuudet pystytään hyödyntämään ja uhkien vaikutukset vastaavasti minimoimaan. Määrittämällä AHP-menetelmän mukaisesti kokonaispainoarvot hierarkioiden elementeille saadaan selville uhkien ja mahdollisuuksien tärkeys ja potentiaalisten toimenpiteiden tehokkuus. Analyysi auttaa tulosityksikköä kohdistamaan toimintansa keskeisimpien mahdollisuuksien hyödyntämiseen ja merkittävimpien uhkien torjumiseen sekä allokoimaan resursseja tehokkaimpien toimenpiteiden toteuttamiseen.

#### 4.2.6 Tulosityksikön analyysi

Tulosityksikön tavoitteena on arvioida saavutettuja tuloksia ja niihin vaikuttaneita tekijöitä. Yksikkö hyödyntää tulosityksikön suunnittelun pohjaksi saaden tietoa omasta toiminnastaan sekä sen onnistumiseen tai epäonnistumiseen vaikuttaneista tekijöistä.

Tulosityksikön analyysi muodostaa varsin selväpiirteisen sovelluskohteen AHP-menetelmälle. Lähtökohdaksi analyysissä otetaan tietty kohde, joka Suunnittelukäsikirjan mukaan voi olla esimerkiksi tuottavuus, taloudellisuus, vaikuttavuus, kehityskyky tai henkilöstö. Valitun kohteen analysointia varten muodostetaan kaksi hierarkiaa, joista toisen avulla kartoitetaan valittuun kohteeseen liittyvään toimintaan vaikuttaneet positiiviset tekijät (onnistuminen) ja toisen avulla toimintaan liittyneet ongelmat (epäonnistuminen). Positiiviset tekijät ja ongelmat sijoitetaan vastaavien hierarkioiden ensimmäiselle tasolle, ja hierarkioiden toiselle tasolle määritetään vastaavasti toimenpiteitä, joilla positiivisia

tekijöitä voidaan ylläpitää/vahvistaa ja ongelmien vaikutus voidaan eliminoida. Kuten muidenkin analyysien kohdalla, painoarvojen asettaminen auttaa tulosityksikköä kohdistamaan huomion keskeisimpiin positiivisiin tekijöihin ja ongelmiin sekä tehokkaimpiin jatkotoimenpiteisiin.

## 5. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksessa on esitelty analyttisen hierarkiaprosessin (*Analytic Hierarchy Process*) käytön periaatteet ja menetelmän sotilaallisia sovelluksia sekä tarkasteltu menetelmän sovellusmahdollisuuksia Suomen Puolustusvoimien suunnittelujärjestelmän tukena.

AHP-menetelmän pääperiaatteet ovat ongelmaa kuvaavan hierarkiapuun muodostaminen, hierarkian osien painotuksien määrittäminen sekä päätöksentekoprosessin loogisen johdonmukaisuuden tarkistaminen. Menetelmän käytön helpottamiseksi ja tehostamiseksi on mahdollista käyttää tietokoneohjelmistoja, joista ehkä tunnetuin on nimeltään Expert Choice. Tietokoneohjelmistot mahdollistavat muun muassa päätöksentekoprosessin lopputuloksien nopean tarkastelun herkkyysohjelmien avulla.

AHP-menetelmää on käytetty lukuisissa sotilaallisissa sovelluksissa muualla maailmassa. Tutkimusta varten tehdyssä tietohaussa pystyttiin kartoittamaan kaikkiaan 38 artikkelia liittyen menetelmän sotilaallisiin sovelluksiin, mutta oletettavasti kaikkia sovelluksia ei ole raportoitu julkisesti niiden luonteen takia. Tutkimuksessa tarkasteltiin esimerkiksi neljää sovellusta seuraavilta osa-alueilta: strateginen suunnittelu, operatiivinen suunnittelu, joukkojen suorituskyvyn arviointi ja asejärjestelmien vertailu.

Tutkimuksen kolmannessa osassa tarkasteltiin AHP-menetelmän käyttömahdollisuuksia Puolustusvoimien suunnittelujärjestelmän tukemisessa. Tutkimuksessa painotettiin erityisesti tulosityksikön tuloksen ja toiminnan suunnittelua, jossa AHP-menetelmää esitettiin sovellettavaksi muun muassa tulevaisuuden kuvien ja pitkän tähtäimen päämäärien määrittämiseen sekä nykytilan kartoitukseen liittyvien lukuisten analyysien tekemiseen.

Tutkimuksen perusteella AHP-menetelmän voidaan todeta olevan hyvin potentiaalinen työkalu hyödynnettäväksi Puolustusvoimien suunnittelujärjestelmässä. Menetelmän kiistattomia etuja ovat muun muassa analyttisyys, loogisuus, joustavuus, havainnollisuus ja helppokäyttöisyys sekä sen soveltuminen myös esikuntatyöskentelyyn. Hyötypotentiaalinsa vuoksi tulisi menetelmän soveltamista käsitellä alueella mielestämme tutkia syvällisemmin ja todellisissa päätöstilanteissa.

### LÄHTEET:

- Belton, Valerie, A comparison of the analytic hierarchy process and a simple multi-attribute value function, *European Journal of Operational Research* 26, 1986.
- Belton, Valerie, Multiple Criteria Decision Analysis - Practically the Only Way to Choose, *Operational Research Tutorial Papers: 1990*, L.C. Hendry ja R.W. Eglese (toim.), Operational Research Society, Birmingham, 1990.
- Bui, T. ja Jarke, M, Communication Requirements for Group Decision Support Systems, *Journal of Management Information Systems*, Spring, 1986.
- Cheng, Ching-Hsue ja Mon Don-Lin, Evaluating weapon system by Analytical Hierarchy Process based on fuzzy scales, *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 63 n. 1, 1994.
- DeSanctis, Gerardine ja Gallupe, R. Brent, A Foundation for the Study of Group Decision Support Systems, *Management Science*, Vol. 33, No. 5, 1987.
- Dyer, Robert F. ja Forman, Ernest H., Group Decision Support with the Analytic Hierarchy Process, *Decision Support Systems*, No. 8, 1992.

- Forgionne, Guisseppi A., *Decision technology Systems: A Step toward Complete Decision Support, Information Systems Management*, Vol. 8, No. 4, 1991.
- Forman, Ernest H. ja Saaty, Thomas L., *Expert Choice, Version 8.0*, Expert Choice Inc., Pittsburg, PA, 1993.
- Forman, Ernest H., Saaty, Thomas L., Selly, Mary Ann ja Waldron, Rozann, *Expert Choice, Decision Support Software*, USA, 1986.
- Golden, Bruce L., Wasil, Edward A. ja Harker, Patrick T., *The Analytic Hierarchy Process: Applications and Studies*, Springer-Verlag, 1989.
- Harker, P.T., *Incomplete Pairwise Comparisons in the Analytic Hierarchy Process*, *Mathematical Modelling*, Vol. 9, 1987a.
- Harker, P.T., *Alternative Modes of Questioning in the Analytic Hierarchy Process*, *Mathematical Modelling*, Vol. 9, 1987b.
- Hämäläinen, Raimo P. ja Lauri, Hannu, *HIPRE 3+ User's Guide*, Helsinki University of Technology, Espoo, 1992.
- Insinööriutiset, 23.4. 1986: AHP tuo päätöksenteon tukimalleihin järjeä.
- Karlöf, Bengt, *Business Strategy*, The MacMillan Press Ltd., Iso-Britannia, 1989.
- Keen, P. G. W., *Value Analysis: Justifying Decision Support Systems*, *MIS Quarterly*, 1981.
- Keen, P. G. W. ja Scott-Morton, M. S., *Decision Support Systems, An Organizational Perspective*, Addison-Wesley, USA, 1978.
- Korosec, Barbara M., *The Analytic Hierarchy Process: Enhancing Operational Level Decision Making*, Naval War College, Newport RI, 1993.
- Lee, Young-Woo ja Ahn, Byong-Hun, *Static Valuation of Combat Force Potential by the Analytic Hierarchy Process*, *IEEE Transactions on Engineering Management* vol. 38 n. 3, 1991, s. 237-244.
- Millet, Ido ja Harker, Patrick T., *Globally Effective Questioning in the Analytic Hierarchy Process*, *European Journal of Operational Research*, Vol. 48, 1990.
- Nour, Mohamed A. ja Yen, David, *Group Decision Support Systems: Towards a Conceptual Foundation*, *Information & Management*, Vol. 23, 1992.
- Pääesikunta, suunnitteluosasto, *Suunnittelukäsikirja*, 1993.
- Rowe, Alan J., Dickel, Karl E., Mason, Richard O. ja Snyder, Neil H., *Strategic Management*, Addison-Wesley Publishing Company, USA, 1990.
- Saaty, Thomas L., *Scenarios and Priorities in Transport Planning: Application to the Sudan*, *Transportation Research*, Vol. 11, 1977.
- Saaty, Thomas L., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill International, USA, 1980
- Saaty, Thomas L., *Decision Making for Leaders*, Lifetime Learning Publications, USA, 1982
- Saaty, Thomas L., *The Analytic Hierarchy Process*, RWS Publications, USA, 1990.
- Saaty, Thomas L. ja Alexander, Joyce M., *Conflict Resolution: The Analytic Hierarchy Approach*, Praeger Publishers, New York, 1989.
- Saaty, T.L. ja Emshoff, J.R., *Applications of the Analytic Hierarchy Process to Long Range Planning Processes*, *European Journal of Operational Research*, Vol. 10, No. 2, 1982.
- Saaty, T.L. ja Forman, E.H., *The Hierarchon, A Dictionary of Hierarchies*, RWS Publications, Pittsburgh, PA, USA, 1993.
- Saaty, T.L. ja Kearns, K.P., *Analytical Planning - the Organization of Systems*, Pergamon Press, USA, 1985.
- Saaty, T.L. ja Takizawa, Masahiro, *Dependence and Independence: From Linear Hierarchies to Nonlinear Networks*, *European Journal of Operational Research*, Vol. 26, 1986
- Saaty, T.L. ja Vargas, L.G., *The Logic of Priorities*, Kluwer-Nijhoff Publishing, USA, 1982.
- Scott-Morton, M. S., *Management Decision Systems: Computer-Based Support for Decision Making*, Harvard University, USA, 1971.
- Sierilä, Pentti, *Corporate Planning, Strategies and Critical Factors in Forest Industries*, Lappeenranta University of Technology, 1991.
- Sprague, Ralph H. and Carlson, Eric D., *Building Effective Decision Support Systems*, Prentice-Hall Inc., USA, 1982.
- Silver, Mark S., *Systems That Support Decision Makers: Description and Analysis*, John Wiley, USA, 1991.
- Simon, Herbert A., *The New Science of Management Decision*, Prentice-Hall Inc., USA, 1960.
- Taylor, James G., *A Lanchester-Type Aggregated-Force Model of Conventional Ground Combat*, *Naval Research Logistics Quarterly*, vol. 30, 1983.
- Thierauf, Robert J., *Decision Support Systems for Effective Planning and Control*, USA, 1982.
- Tuominen, Markku, *Strategia kilpailutilanteessa: tietokoneavusteinen lähestymistapa*, LTKK, 1986.
- Turban, Efraim, *Decision Support and Expert Systems*, MacMillan Publishing Company, USA, 1993.
- Vargas, Luis G., *An Overview of the Analytic Hierarchy Process and Its Applications*, *European Journal of Operational Research*, 1990.
- Zeleny, Milan, *Multiple Criteria Decision Making*, McGraw-Hill, New York, 1982.