

PUOLUSTUSMATERIAALIN HINTAKEHITYS – TEHOKKUUTTA RAHALLA

JUHA-MATTI LEHTONEN JA JUKKA ANTEROINEN

Juha-Matti Lehtonen on sotatalouden professori Maanpuolustuskorkeakoulun Sotatekniikan laitoksella ja on toiminut aiemmin teollisuustalouden professorina Tampereen teknillisessä yliopistossa.

Jukka Anteroinen on komentaja ja sotatieteiden tohtori PE:n suunnitteluosastolla ja artikkelin aikana tutkijaesiupseerina Maanpuolustuskorkeakoulun Sotatekniikan laitoksella

ABSTRACT

Finnish MoD has stated that the price of modern defence equipment is estimated to double in every seven years. The article separates conceptually price increases as measured by price indexes and unit price escalation, as seen by the buyer. The former is not found to increase at a rate higher than general inflation. The latter, based on several empirical studies, is found to increase at rate exceeding inflation. The rate is found to vary between classes of equipment. The explanation for this in the literature is technological change together with performance competition with adversaries. A case study with XA armoured personnel carrier is presented with the aim of bridging the viewpoints of price indexes and buyer. It is also shown in the case that indeed a rational buyer can make equipment selection choices that result in high unit price increase rate. In the end, the relevance of unit price increase and its consequences to a small nation is discussed.

JOHDANTO

Puolustusministeriön Materiaalipoliittisessa strategiassa todetaan, että ”Modernin puolustusmateriaalin hinnan arvioidaan kaksinkertaistuvan aina seitsemän vuoden kuluessa” (PLM, 2007 s.3). Uudemmassa Puolustushallinnon materiaalipoliittikka – Osastrategiassa (PLM, 2011) on aiempaa konkreettisesti

ta väitettä lievennetty seuraavaan muotoon: ”Teknologian kehityksen myötä uhkana on, että puolustus- ja turvallisuusmateriaalin kehitys-, hankinta-, käyttö- ja ylläpitokustannukset kallistuvat yleistä hintatasoa nopeammin.” Samalla kallistuminen on laajennettu koko elinjaksoon sekä suhteutettu yleiseen hintakehitykseen.

Tämän artikkelin tavoitteena on kerrata mitä tarkoittaa puolustusmateriaalin yleistä hintatasoa nopeampi kallistuminen ja mitä tukea väitteelle on olemassa. Lisäksi selvitetään esitettyjä selityksiä ilmiöön. Panssaroidun XA-pyöräajoneuvon esimerkin avulla selvitetään, miten rationaalinen ostaja voi päätyä hankintoihin, jotka johtavat yllämainittuun hinnan kaksinkertaistumiseen seitsemässä vuodessa.

Kirjassa Tietoja Suomen Kokonaisu- maanpuolustuksesta (MPKK, 2005, p. 34) ennustetaan, että ”Erityisesti Euroopan valtioiden asevoimat tullevat tulevaisuudessa perustelemaan rahoitustarpeitaan uudenaikaisen taistelukuluston jatkuvalle kallistumisella sekä kansainvälisiä roolejaan korostamalla.” Tämän artikkelin toinen tavoite on arvioida, muodostaako puolustusmateriaalin yleistä hintatasoa nopeampi kallistuminen

hyvän perustelun rahoitustarpeen kasvamiselle.

HINNANKALLISTUMINEN KÄSITTEELLISENÄ ILMIONÄ

Useat nimenomaan puolustusmateriaalin hinnankallistumista käsittelevät tutkimukset, kuten esimerkiksi Enhetskostnadsvekst på forsvarsinvesteringer (Kvalvik & Johansen, 2008), käyttävät hintakäsitteenä yksikköhintaa eli kappalehintaa. Toisin sanoen, kuinka paljon maksaa jokin sotavaruste kappaletta kohden, vaikkapa mikä on yhden F-35 lentokoneen hinta. Esimerkiksi Norja hankkii 52 kappaletta F-35 hävittäjiä, jotka maksavat 62,6 Mrd. kruunua vuoden 2013 rahassa (Forsvaret, 2013). Kappalehinnaksi Euroina saadaan 160 M€¹.

Kun kappalehintoja verrataan aiempiin kappalehintoihin, voidaan laskea hinnankorotus. Kvalvik & Johansen (2008) mukaan F-16 hävittäjän kustannus vuonna 1980 oli 103 miljoonaa Norjan kruunua vuoden 2007 hintatasossa, joka Euroina on 12,8 M€²/kpl. Kun huomioidaan Norjan kuluttajahintojen nousu 10,8% vuodesta 2007, voidaan F-35 hinnaksi vuoden 2007 hintatasossa ilmoittaa 143 M€/kpl. Hintalappu oli siis kasvanut yli 11-kertaiseksi. Laskettuna prosenteissa saadaan kasvuksi 7,6% vuodessa. Kyseessä on lisäksi reaalin kasvu, koska eri vuosien hinnat olivat jo muunnettu vuoden 2007 Euroiksi.

Kvalvik & Johansen (2008) kertovat F-16 hävittäjälle myös muita yksikkökustannuksia, jotka on tässä artikkelissa muunnettu vuoden 2007 Euroiksi. Esimerkiksi he ilmoittavat seuraavasti kolmen eri kaupan

kauppahinnat: 70,4 M€/kpl (2000), 61,1 M€/kpl (2002) ja 54,4 M€/kpl (2003). Ilmaistuna vuotuisena hinnannousuna vuodesta 1980, saadaan tuloksena 8,9%, 7,3% ja 6,5%. Erilaiset hinnat voidaan keskiarvoistaa, minkä Kvalvik ja Johansenkin tekevät. Tässä siis saadaan arvio saman tai ainakin samannimisen mallin, F-16 hävittäjän hintakehityksestä. Toisaalta jo aiemmin oli laskettu hävittäjäskupolvien F-35 ja F-16 välinen hintakehitys.

Mutta mikä on uudenaikainen taistelulukalusto tai moderni puolustusmateriaali? Lehtiutisten mukaan Pakistan olisi kiinnostunut ostamaan Norjalta F-16 hävittäjät. Vaikka käytetty materiaali rajataan uudenaikaisen ja modernin ulkopuolelle, voidaan silti kysyä, milloin F-16 lakkasi olemasta moderni? Kun käytetyn materiaalin kauppamäärä määritellään ei-moderniksi, niin yksikköhintalaskelmissa modernin määrittelyyn käytetään kahta erilaista tapaa, eli ensimmäisen ostajan hintaa tai mitä tahansa uus-tuotannon hintaa. Jotkut tutkimukset, kuten *Why has the cost of Fixed Wing Aircraft Risen?* (Arena et al. 2008), käyttävät laskelmissaan ensimmäisiä kustannuksia, kuten ensimmäisen 100 kappaleen tuotantokustannuksia, tai ainakin aikaisinta saatavilla olevaa hintaa. Englantilainen Pugh (2007), jolla on erittäin laaja aineisto, käyttää sotavarusteeksi hyväksymispäivää (in-service date, ISD). Norjalaisilla taas oli käytettävissään eri lähteistä saadut kauppahinnat, jotka saattoivat olla mistä vain mallin tuotantovaiheesta. Amerikkalaisilla ja myös englantilaisilla, joilla on laaja oma puolustusmateriaalituotanto, on tietoja hankintahinnasta ja valmistuskustannuksista alusta alkaen. Sen sijaan näin ei ole asian laita pienemmillä mailla,

1 Alkuvuoden keskikurssi 1 EUR = 7,52 NOK

2 Vuoden 2007 keskikurssi 1 EUR = 8,017 NOK

kuten Norjalla tai varsinkin Suomella, jossa myös materiaalipolitiikka sanoo: ”*Ulkomaisen hankintojen kohteena ovat pääsääntöisesti valmiit tuotteet ja järjestelmät, joiden toiminnallisesta luotettavuudesta on riittävä näyttö* (PLM, 2011 p.11)”. Käsitteellisesti ero on merkittävä, sillä ensinnäkin tuotantomallin tuottavuus kehittyi sitä paremmaksi, mitä enemmän kokemusta tuotannosta kerätään eli siis tuotetaan. Tätä kutsutaan oppimiskäyräksi (engl. experience curve). Toiseksi voidaan kysyä, mistä hinnannousu muodostuu. Sikäli kun hinnannousu on sukupolvi- tai merkittävien mallimuutosten aiheuttamaa, on hinnannousu hyppäyksellistä eikä tasaista. Arena et al. (2006, s. 12) aineiston pintataistelualuksilla hyppäyksellisyyden voi havaita selvästi ja he kutsuvatkin havaintoa ”porrasaskelmiksi”. Esimerkiksi, jos F-16-esimerkin viimeistä hintaa vuodelta 2003 verrataan F-35-hintaan vuodelta 2013, saadaan vuosittaiseksi hinnannousuksi 10,3%.

Tähän asti on käytetty, lähteitä seuraten, varsin sekavasti käsitteitä hinta ja kustannus. Toisaalta, näin tekevät myös Kvalvik & Johansen (2008) ja Arena et al. (2008). Nordlund et al. (2011, p. 5) raportissa jopa sanotaan, että ”*hankintakustannus eli siis, tuotekehitys- ja tuotantokustannus*”. Yleisesti hinnalla tarkoitetaan ostajan ja myyjän välisen sopimuksen rahamäärää. Kustannus taas on resurssien rahassa mitattu käyttö tiettyyn tarkoitukseen. Voidaan tietysti ajatella, että puolustusvoimien maksama kauppahinta on suorituskyvyn rakentamisen kustannus. Yritykselle hinnan ja kustannusten erotus, riippuen kumpi on suurempi, on voittoa tai tappiota. Kustannus voidaan edelleen jakaa osiin, kuten esimerkiksi tuotekehityskustannuksiin ja tuotantokustannuksiin.

Yrityksen kustannukset ovat liikesalaisuuksia, mutta sen sijaan ostajan hankintahinnat joskus ovat julkisia tai niistä liikkuu julkisuudessa arvioita. Suurvaltojen puolustusvoimien merkittävässä ostoissa oman maan valmistajilta hinnan ja kustannusten välillä ei todennäköisesti ole merkittävää eroa. Sen sijaan pienten valtioiden, kuten Suomen, ulkomailta hankittavien puolustusmateriaalien osalta tämä ei ole yhtä todennäköistä, sillä puolustusmateriaalikauppaan voi sisältyä myös poliittisia eikä pelkästään taloudellisia ulottuvuuksia. Esimerkiksi Suomella hankinnan kohteet tulee olla pääsääntöisesti yhteensopivia kansallisesti ja kansainvälisesti ja NATO-yhteensopivuus on hankintojen pääsääntö. Myös muut tekijät aiheuttavat eroja kappalehintoja laskettaessa. Näitä voivat olla muun muassa. ostajan kauppaan liittyvät omat toimitukset (GFE), huoltovarmuuden toteutustapa eri maissa, teollinen yhteistyö ja erot varaosissa, varustelussa ja koulutuksessa. USA:n osalta on erityisesti todettava, että tuotekehitys ja tuotanto pääsääntöisesti hankitaan erillisillä sopimuksilla. Arena et al. (2008) kertoo tutkivansa nimenomaisesti pelkästään tuotantokustannuksia.

SUHTEELLINEN HINNANKALLISTUMINEN

Rahan arvon yleistä, ylipäänsä kaikkien hyödykkeiden arvoon kohdistuvaa alenemistä nimitetään inflaatioksi. Tavallinen ja tunnettu mittari inflaatiolle on kuluttajahintaindeksi, joka mittaa keskimääräisen kuluttajan ostoskorin hintakehitystä. Tilastokeskus (2013) näyttää kotimaisen indeksin painokertoimet. Esimerkiksi indeksiin sisältyy piilolinssien ja pehmolelujen hinta, molempien painon ollessa indeksissä noin 0,7 promillea. Kun yleinen hintakehitys

vähennetään, jäljelle jää reaalinen hinnannuutos. Teoreettisesti bruttokansantuotteen deflaattori olisi kuluttajahintaindeksiä parempi, koska se mittaa kaikkia hintoja eikä pelkästään kuluttajan näkemiä, ja esimerkiksi Arena et al. (2008) mainitsevat molemmat indeksit vertailuissaan.

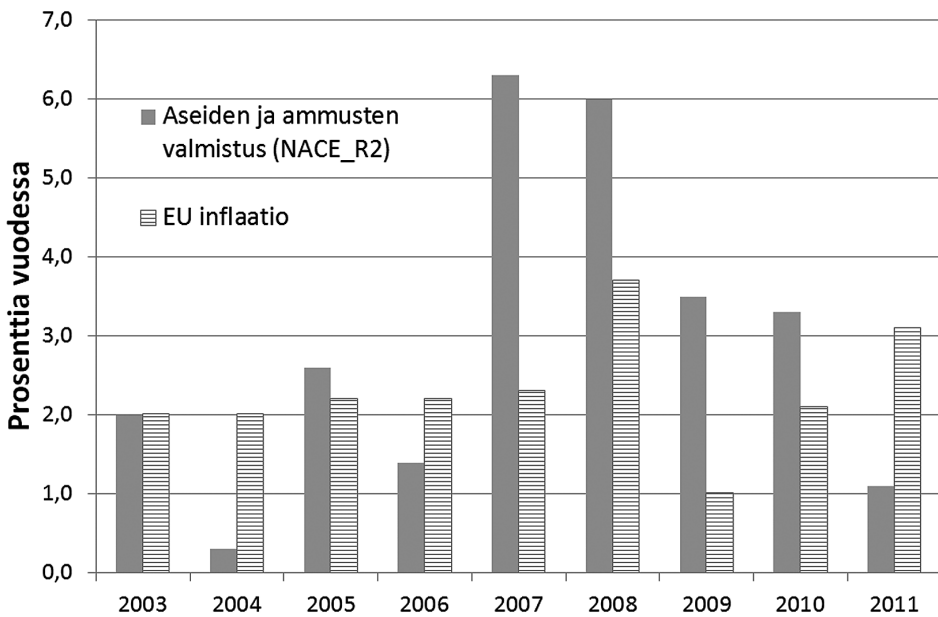
Suhteellista hinnankallistumista voidaan lähestyä myös suhteessa käytettävissä oleviin varoihin. Jos ajatellaan sotilasmenoja ja niissä puolustusmateriaalimenoja suhteessa kansantaloudelle aiheutuvaan kustannukseen, niin tällöin sotilasmenoja voidaan tarkastella niiden bruttokansantuoteosuutena. Esimerkiksi Suomessa BKT on kasvanut reaalisesti vuodesta 1982 melkein kaksinkertaiseksi (1,9), mikä tasaiseksi ”trendikasvuksi” muutettuna olisi 2,2% vuodessa. Koska myös väestö on kasvanut, on henkeä kohti laskettu BKT:n kasvu ollut vain 1,7%. Sotilasmenot voivat siis rahamääräisesti kasvaa vuosittain sekä inflaation että BKT:n kasvun verran ilman, että sotilasmenojen suhteellinen osuus käytettävissä olevista varoista muuttuu. Sama suhteellinen ajattelu voidaan ulottaa myös yksikköhintoihin.

HINNANKALLISTUMINEN OSTAJAN JA TILASTOJEN NÄKÖKULMISTA

Yksikköhinnan kallistuminen on puolustusvoimille ostajana luonnollinen näkökulma. Ostaja näkee kappalehinnan. Sen sijaan tilastoitaessa hintakehitystä on jo kauan sitten jouduttu miettimään laatumuutoksen ongelmaa: miten seurataan hintakehitystä, kun uusia tuotteita tulee lisää ja entistenkin laatu voi parantua. Laatumuutoksista johtuvan hinnannousun ei voida katsoa aiheuttavan inflaatiota, koska se ei vähennä rahan ostovoimaa (Gerdesmeier, 2007). Laatuna

voidaan nähdä yksinkertaisimmillaan pakkauskoko. Esimerkiksi jos vaikka metrilaku pitenee 110 senttiin ja kappalehinta samalla nousee 10%, niin metrihinta on kuitenkin säilynyt ennallaan. Jos nyt näitä uusia 110 sentin metrilakuja myydään sama kappalemäärä 10% korkeampaan kappalehintaan kuin edellisenä vuonna, niin tilastoinnissakin on luontevaa, että myyntimäärä on kasvanut 10%, mutta myyntihinta on pysynyt ennallaan. Tätä logiikkaa sovelletaan muihinkin laadullisiin muutoksiin, esimerkiksi autojen ominaisuuksien paranemiseen, kuten moottorin kasvuun tai ilmastoinnin lisäämiseen. Myös nämä laadun parantumiset huomioidaan hintaindeksissä teknisesti määrän kasvuna, ja hinnannuutokset arvioidaan ja julkaistaan näistä laatumuutoksista puhdistettuna.

Hintakehityksestä puhuttaessa ei siis ilmoiteta ostajan näkemiä yksikköhintoja, vaan hintakehitystä laatumuutoksien huomioon jälkeen. Puolustusmateriaalien osalta hintatilastoja on niukasti, mutta USA:lla on pitkä tilastosarja vuodesta 1972 ja Englanti (DASA) on aloittanut tilastoinnin vuodesta 2005/06. Alho et. al (2012) esittelevät aiheesta USA:n tilastoja. Niiden mukaan puolustusmateriaalin hintakehitys on jäänyt yleisestä hintakehityksestä jälkeen. Englantilaisessa tilastoinnissa lähinnä vastaava käsite on sopimukset, jotka siis ovat muut kuin henkilökulut, eli noin 2/3 menoista. Tämän mittarin kustannuskehitys on ollut vuodesta 2005 keskimäärin 3,4%, mikä on 0,1% alle kuluttajahintaindeksin (DASA, 2013). Seuraavalla sivulla olevassa kuvassa 1 on Eurostatin julkaisema tuottajahintaindeksi aseiden ja ammusten valmistuksesta (NACE_R2) vertailtuna EU-maiden yh-



Kuva 1. Aseiden ja ammusten valmistuksen hintaindeksi ja EU-maiden inflaatio 2003-2011 (Eurostat).

denmukaistettuun kuluttajahintaindeksiin. Aikajaksolla aseiden ja ammusten hintakehitys on nopeampaa kuin inflaatio, mutta vain alle prosentin vuodessa.

Mikäli puolustusmateriaalin hintakehitys määritellään yhdenmukaisesti muiden hintasarjoja mittaavien indeksien mukaisesti, eli laatumuutoksien vaikutukset poistettuna, ei voida väittää, että puolustusmateriaalien hinta kasvaisi nopeammin kuin muut hinnat. Jos käytetään tätä laajasti kansainvälisesti tunnettua hintakäsitettä, ei alun materiaalioliittisten strategioiden hinnankallistumisväitteille löydy mitään näyttöä.

YKSIKÖHINNANKALLISTUMIS- TUTKIMUKSET JA NIIDEN TULOKSET

Hinnankallistumistutkimuksen alkuvaihe

Sotavarusteiden kappalehintojen kallistuminen ei ole uusi asia. Kirjassa Sotatekniikka

ja varustelukustannukset jo yli 30 vuotta sitten Knuutila (1981, s. 95) kirjoittaa seuraavasti: ”asejärjestelmien kustannusten voimakas nousu ennen muuta meri- ja ilmapuolustushaarojen taisteluyksiköiden lukumäärän vähentymiseen.” ja jatkaa ”Aseistuksen tehon parantumisella on nähty voitavan kuitenkin suoritua asetetuista tehtävistä.” Hän kertoo myös useita yksittäisiä esimerkkejä. Esimerkiksi 1. sukupolven yhden miehen ilmapuolustussotajuntasinko Redey maksoi vuonna 1974 \$16,000 ja 2. sukupolven Stinger \$97,865 neljä vuotta myöhemmin. Yksittäisten esimerkkien kautta Knuutila voi esittää erityisiä teknisiä selityksiä hinnan kasvulle, mutta hän ei laske yleistä hintakehitystä. Deitchman (1979) sen sijaan laskee, ja hänen mukaansa hävittäjien, ballististen ydinohjusten (SLBM) ja ilmasta-ilmaan-ohjusten osalta reaalihintaa viisinkertaistui vuosikymme-

nessä (n. 17% vuodessa) uusien sukupolviemyötä ja samankin sukupolven puitteissa reaalihintana noin kaksinkertaistui vuosikymmenessä.

Kirkpatrick ja Pugh (1985) mukaan englantilaisten taistelulentokoneiden reaaliset tuotantokustannukset ovat nousseet noin 8% vuosivauhdilla toisesta maailmansodasta lähtien. He laskevat keskimääräisen tuotantokustannuksen keskiarvon ensimmäisiltä sadalta kappaleelta kustakin koneityypistä. He viittaavat myös yhdysvaltalaisiin lähteisiin, joiden mukaan reaaliset yksikkökustannukset ovat nousseet toisesta maailmansodasta lähtien vuosittain seuraavasti: jalkaväen panssarintorjunta-aseilla (PST) 13%, panssarivaunuilla 11%, hävittäjäluk-silla 9%, lentokoneilla 8% ja lentotukialuk-silla 6%.

“In the year 2054, the entire [US] defense budget will purchase just one aircraft.”

Yllä oleva toistuvasti lainattu sitaatti on Augustinen (1986) kirjasta. Hänen ilmeisen paradoksaaliseksi tarkoittamansa arvio perustuu lentotoiminnan alusta lasketun 15% vuotuisen kappalehinnan nimelliskasvun projisointiin kirjoitushetkestä eteenpäin. Vuoden 1986 jälkeen yksikköhinnan kasvuvauhti on vähentynyt, sillä vuoteen 2054 on enää 41 vuotta jäljellä. Norjan F-35 hinnalla 160 M€/kpl ja aiemmin lasketulla 7,6% reaali-kasvun jatkumisella saadaan vuoden 2054 kappalehinnaksi nykyrahassa USA:n puolustusbudjetin sijasta ”vain” 3,2 Mrd€. Sotalaivoista ja panssarivaunuista Augustine toteaa, että niiden hinnat nousevat puolet hitaammin, koska ne ovat teknisesti yksinkertaisempia.

Pugh (1993) määrittelee hinnankallis-

tumisen uuden, vanhempaa korvaavan sotavarusteen kallistumiseksi, kun inflaatio, valmistussarjojen pituuserot ja muut tekijät on rajattu pois. Hän esittää, että hinnankallistuminen on noin 10% vuodessa laajalla kirjolla erilaisia sotavarusteita. Näkemys on siis sama kuin vuoden Materiaalipoliittisessa strategiassa (PLM 2007, s. 3). sekä nousuvauhdin että sen yleispätevyyden, kuten Pugh sanoo, riippumattomuuden aselajista, tarkoituksesta, käytetystä teknologioista tms. suhteen Puolustus- ja turvallisuusteollisuusstrategiassa (PLM 2007, s. 8) reaali-hinnan-nousuksi esitetään 6-7%.

Todisteena Pugh esittää taulukon 1 ja lisää *”toiset kirjoittajat ovat saaneen muissa tutkimuksissa samankaltaisia tuloksia laajalla joukolla eri sotavarusteita.”* Hänen kummankin väitteensä perustelut ovat vähintäänkin heikkoja. Taulukossa 1 olevat luvut ovat kyllä suhteellisen lähellä kymmentä prosenttia, mutta kertomatta jää mihin aineistoon, kuinka moneen havaintoon tai edes miltä ajanjaksolta luvut on saatu. Arvion vaihteluväli tai muu tilastollinen luonnehdinta jää ilmoittamatta. Mitä tulee väitteisiin muista kirjoittajista, niin niistä hän ei mainitse ainuttakaan esimerkkiä. Mutta jos silloin oli tiedossa Augustinen näkemys lai-

Materiaali	Hinnannousu %
Hävittäjäalus	9
Sukellusvene	9
Helikopteri	9,5
Fregatti	10,5
Ohjus	11
Hävittäjälentokone	11

Taulukko 1. Reaali-hinnannousunopeuksia (Pugh, 1993)

vojen ja panssareiden hitaammasta hinnannoususta, Deitchmanin paljon nopeammat kasvuluvut sekä hänen itsensä ja Kirkpatrickin kahdeksan vuotta aiempi näkemys, jossa PST-aseet nousivat 13% ja lentotukialus 6%.

Englantilaiset Pugh ja Kirkpatrick ovat jatkaneet näihin päiviin asti aktiivista tutkimus- ja julkaisutoimintaa aiheesta.

Hinnankallistumistutkimuksen nykytila

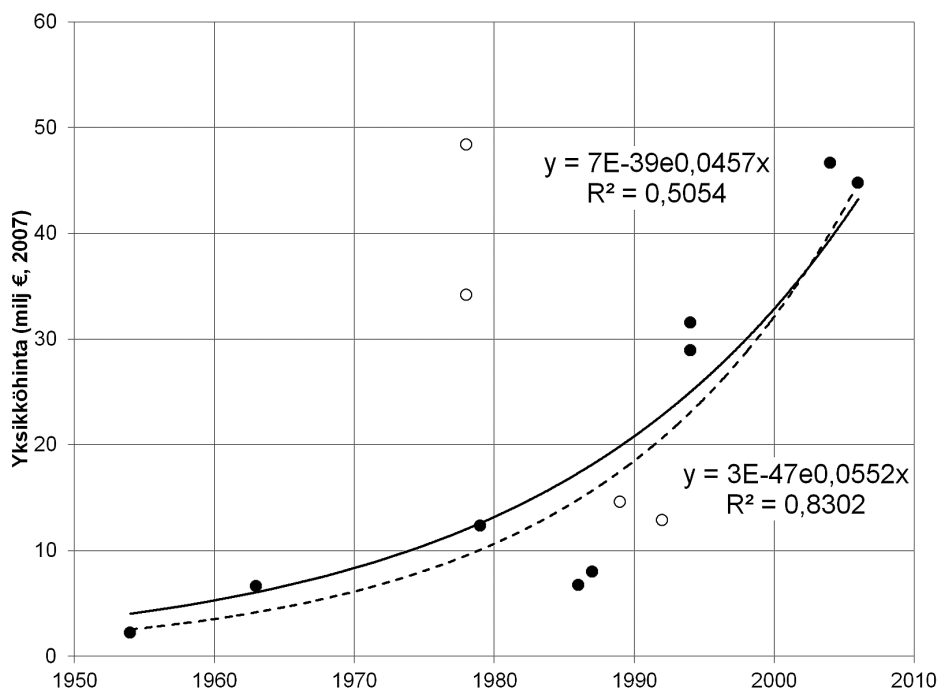
Merkittävimmät empiiristä aineistoa käsittelevät julkaisut aiheesta tähän päivään mennessä ovat

- Pughin vuoden 2007 vihkonen *Source book of Defence Equipment Costs*
- Yhdysvaltalaisen RAND-tutkimuslaitoksen raportit *Why Has the Cost of Navy Ships Risen?* (Arena et al., 2006) ja *Why has the cost of fixed-wing aircraft risen?* (Arena et al., 2008.).
- Norjan puolustustutkimusinstituutin FFI:n tutkimus ”*Yksikköhintojen kallistuminen puolustusinvestoinneissa*” (Kvalvik & Johansen 2008).
- Ruotsin puolustustutkimusinstituutin FOI:n tutkimus ”*Puolustusmateriaalin kustannuskehitys*” (Nordlund et al. 2011)

Näistä RAND:in tutkimukset ovat huomattavan perusteellisia, ja pyrkivät selittämään yksikköhinnan kehityksen nopeutta sekä syitä. Tutkijoilla oli käytettävissään amerikkalaisen sotavarustetuotannon laaja lähdeaineisto sekä laivaston ja ilmavoimien kustannustietopankit. Yhdysvaltalaisen laaja aineisto mahdollistaa tarkastelun ulottamisen jaon eri lentokonetyyppien (koulutus-, rahti-, valvonta -, rynnäkkö-, elso- ja hävittäjäkoneet) tasolle. FOI:n tutkijoi-

la taas oli käytettävissään ruotsalaisen hie-man suppeamman sotavarustetuotannon ja – hankintojen aineisto. Molemmat dokumentoivat mitä aseita tutkimukseen on sisällytetty, mutta kumpikaan ei paljasta yksittäisen aseiden yksikkökustannuksia, vaan tulokset esitetään esimerkiksi indeksoituina. Pugh sanoo aineistonsa perustuvan julkisiin lähteisiin, mutta koska hän toimii konsulttina, ei hän julkista aineistoaan. Hänen aineistonsa on ylivoimaisen laaja, sisältäen 66 eri asetyyppiä ja yhteensä 1 400 hintatietoa. Aineisto ei ole suoraan vertailukelpoinen muiden kanssa, sillä Pugh käyttää mittarina aseiden inflaatiokorjattua kilohintaa, koska se parantaa hinta-arvion luotettavuutta konseptivaiheessa, mikä puolestaan on hänen aineiston käyttötarkoitus. Norjalaiset tukeutuvat myös julkiseen aineistoon, ja lisäksi dokumentoivat niin lähteensä, aseensa kuin niiden hinnatkin. Norjalaiset, kuten myös ruotsalaiset esittävät myös kilohinnan kehityksen, joka mahdollistaa vertailun Pughin lukuihin. Näissä vertailuissa Pughin luvut eivät ainakaan silmämääräisesti merkittävästi eroa norjalaisten ja ruotsalaisten luvuista.

Yksikköhinnan kallistumista arvioidaan empiirisistä aineistoista kuvan 2 kaltaisilla regressiomalleilla. Kuvassa alkuperäinen regressiomalli selittää 51% havaitusta vaihtelusta ($R^2 = 0,5054$), joten puolet havaitusta yksikköhinnan vaihtelusta liittyy muuhun kuin ajan kulumiseen. Pelkästään ääriarvoina merkityt neljä datapistettä ovat peräisin Sipriltä, mutta tarkemmin ei kerrota mistä tiedoista. Siprin Arms Transfer- mukaan raportoituja aseviennin rahamääriä pitäisi käyttää vain indikaatioina, ei todellisina kauppahintoina (SIPRI, 2013). Kun Siprin tiedoista peräisin olevat hinnat poistetaan,



Kuva 2. Kvalvik & Johansenin (2008) aineiston helikopterien yksikköhinnan kallistuminen.

saadaan katkoviivalla piirretty regressiomalli, joka selittää 83% havaitusta vaihtelusta. Samalla arvio helikopterien yksikköhinnan reaalinoususta on hieman kasvanut, 4,6 prosentista 5,5 prosenttiin.

Taulukossa 2 (seuraavalla sivulla) on Nordlund et al. (2011) yhteenveto eri tutkimuksista, tai oikeammin heidän tulostensa vertailu muiden tuloksiin. Alho et al. (2012) on nähtävissä toinen yhteenvetotaulukko pääosin samoista lähteistä. Taulukosta 2 voidaan tehdä seuraavia päätelmiä

- Puolustusmateriaalien kappalehinnat ovat kasvaneet toisen maailmansodan jälkeen selvästi yleistä hintakehitystä nopeammin.
- Eri materiaaleilla on kappalehinnan nousuvauhdissa selvästi eroja

- Uudemman tutkimuksen valossa Pughin (1993) esittämä 10% reaalin yksikköhinnan kasvuvauhti ei näytä toteutuvan juuri yhdenkään asetyypin kohdalla. Pughin (2007) paino- ja inflaatiokorjatuista 10% rajan ylittävät vain rypälepommit ja pommikoneet, joita kumpiakaan ei ole aineistossa kovin monta erilaista.
- Koska amerikkalaisen ja ruotsalaisen sekä norjalaisen aineistojen kuva on yhdensuuntainen, niin ilmiö ei rajoitu pelkästään Yhdysvaltoihin vaan on aineiston valossa läntinen ja todennäköisesti globaali.

Pätevyysalueesta on huomattava, että aivan kaikki aseet eivät noudata taulukon 2 hinnannousua, tai ainakaan, modernin ma-

Ase	FOI	FFI	Pugh (paino)	RAND	AUS
Leko	7,1% (53-01)	6,7 % (40-10)	4 % (55-05)	5,7 % (75-05)	6-7 % (44-10)
Heko, kevyt	3,8 % (63-06)		4 % 858-06)		
Heko, keskir.	6,9 % (69-06)	4,7 % (50-10)	6 % (58-04)		
Korvetti	7,0 % (63-06)	1,4-7,8 % (60-00)	1 % (58-04)	10,7 % (pintatstal)	
Suve	4,4% (60-95)	9,4 % (60-91)	3 % (50-10)	9,8 % (SSN)	3,3 % (45-10)
PSV	0,7 % (53-96)	2,2 % (60-06)	1 % (50-02)		
IFV	7,6 % (65-04)	6,0 (60-06)	4 % (60-10)		4,6 % (30-10)
APC	4,5 % (43-10)		2 % (60-10)		3,3 % (60-10)
Käsiase	2,8 % (50-10)	1,3 % (1868-2008)	2 % (35-08)		
A-tarvike	1,2 % (83-10)				
Univormu	-1,0 % (90-10)				

Taulukko 2. Vuosittainen kuluttajahintaindeksin ylittävä yksikkökustannuskehitys (Nordlund et al. ,2011) yhteenvetona. Aikajakso suluissa. (1) Pughin luvut reaalihintakehitys per kilo, l. painokorjattu (2) Kirjoittajan lisäys, a pintataistelualukset, b SSN (3) FOI:n haastattelutietoa australialaisilta.

teriaalinen yksikköhinta ei ole keskeinen kysymys. Tällaisia ovat ydinaseet sekä kemialliset aseet, joihin ei ole vasta-aseita ja jotka ovat ei-modernillakin tekniikalla riittävän tuhoivoimaisia ja siten ansainnet nimityksen joukkotuhoaseet. Joukkotuhoaseita pyritään kansainvälisillä sopimuksilla nimenomaisesti rajoittamaan, koska niiden muodostaman uhan ei uskota poistuvan itsestään hinnan nousun kautta.

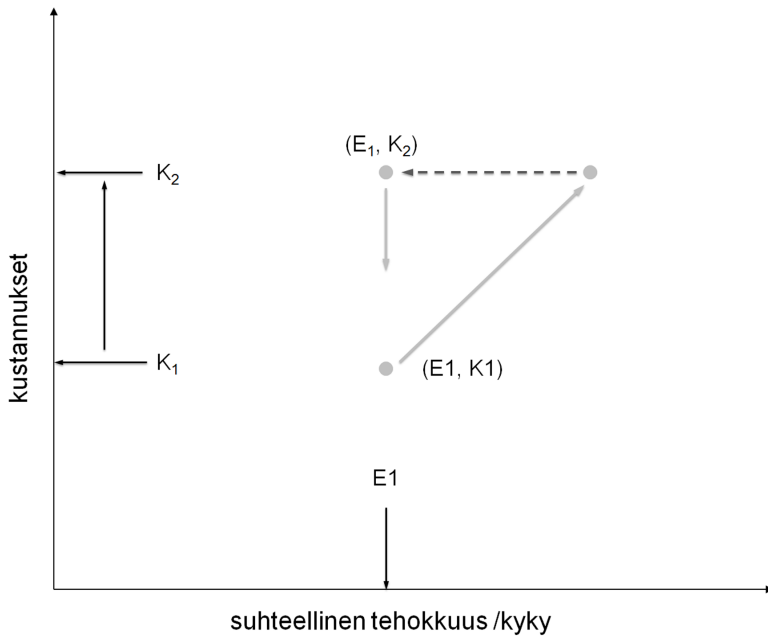
YKSIKKÖHINNAN KALLISTUMISEN ERI SELITYKSET

Käsitteelliset selitykset

Koska puolustusmateriaalien yksikköhinnat kallistuvat inflaatiota nopeammin, mutta niiden hinnat eivät kansantalouden tilinpidossa kallistu inflaatiota nopeammin, niin aiemmin osoitetun perusteella voidaan teh-

dä yleinen johtopäätös, että yksikköhintojen inflaatiota nopeampi kallistuminen aiheutuu aseiden laadun parantumisesta. Mutta mitä tämä laadun paraneminen on, ja miksi se on jatkuvaa?

Knuuttila (1981) puhuu teknistymisestä ja tehon paranemisesta. Kirkpatrick ja Pugh (1985) esittävät jatkuvan suorituskykykilpailun keskeisenä selityksenä yksikköhinnan kasvuun, samalla kun valmistusmäärien väheneminen lisää valmistuksen yksikkökustannuksia, parempien aseiden tuotekehitys on kalliimpaa ja voidaan jakaa pienemmälle joukolle tuotteita. Yksikköhinnan kallistumiselle on esitetty muitakin selityksiä, esimerkiksi pienentyneet valmistusmäärät (Hartley, 2003). Edwards (2011) esittää lukuisia syitä eurooppalaisen puolustusteollisuuden korkeisiin kustannuksiin ja



Kuva 3. Suhteellinen kyky ja kustannukset (Nordlund et al., 2011; Kvalvik & Johansen, 2008)

ryhmittelee ne kolmeen pääryhmään, asiakkaisiin (mm. huono suunnittelu, liian korkeat tai tarpeettomat vaatimukset), kansallisiin markkinoihin (mm. päällekkäisyys, kilpailun puute, pienet valmistusmäärät) ja teknologiseen kehitykseen. Näistä ainoastaan teknologinen kehitys voi johtaa yksikköhinnan kallistumiseen, koska teknologia on ainoa tekijä, joka jatkuvasti edistyy (Edwards, 2011). PLM (2011) toteaa samoin teknologisen kehityksen vaikutuksen hinnankehitykseen.

Voidaan toki kysyä, miksi teknologinen kehitys nimenomaan puolustusmateriaaleissa johtaa yksikköhinnan kallistumiseen, vaikka näin ei kuluttajatuotteissa välttämättä tapahdu. Selitys on suorituskykykilpailu. Miten suorituskykykilpailu yhdessä teknologisen kehityksen kanssa aikaansaa yksikkö-

hinnan nousun, pyritään joskus selittämään kuvan 3 avulla.

Alkutilanteessa (E1, K1) on mahdollisuus teknisesti kehittyneemmän ja kalliimman materiaalin hankintaan, jolloin kustannukset ja suhteellinen tehokkuus kasvavat. Vastustajan reagointi laskee suhteellisen tehokkuuden alkutilaan E1, mutta yksikkökustannukset jäävät korkeammalle tasolle K2. Pieni nuoli alaspäin viittaa tuottavuuden kehittymiseen. Lopputilanteessa kuitenkin yksikkökustannukset ovat kasvaneet, mutta suhteellinen kyky ei. Nordlund et al. viittaavat Kirkpatrickin artikkeliin *Trends In Costs of Weapons Systems* (2004), mutta logiikka on olemassa jo artikkelissa *Starship Enterprise* (Kirkpatrick & Pugh, 1985). Lisäksi Nordlund et al. puhuvat joukon suhteellisesta tehokkuudesta, kun taas Kirkpatrick

aseen yksikköhinnasta ja tehokkuudesta. Kuva 3 esittää suorituskykykilpailun käsitteellisenä ilmiönä, kvasikvantitatiivisessa muodossa. Suoranaista empiiristä näyttöä ei ole esitetty, eikä ehkä jatkossakaan julkaista, sillä x-akselin suhteellisen tehokkuuden/kyvyn arvo edellyttäisi omien aseiden tehokkuuden ja kustannusten lisäksi myös uhan määrittämistä ja sen kehityksen arvottamista suhteessa omiin aseisiin.

Pugh (1993) sekä Kirkpatrick (1997a) tarjoavat hieman erilaiset, operaatioanalyttistä lähestymistapaa käyttävät selitykset sille, minkä vuoksi suorituskykykilpailu ei johda kappalemäärän kasvuun vaan jatkuvan teknologisen kehityksen kautta jatkuvasti teknisempiin ja yksikköhinnaltaan kalliimpiin aseisiin. Kirkpatrick yhdistää Lanchesterin taisteluyhtälöihin yksikkökustannukset sekä yksikön taistelutehon. Teknologian mahdollistama yksikön taistelutehon kasvu johtaa yksikköhinnan kallistumiseen, kun taas uhan määrällinen kasvu ei vaikuta optimaaliseen teknologiseen tasoon eikä siten yksikköhintaan (Kirkpatrick, 1997a). Esitys on teoreettinen, sillä, kuten hän toteaa, vaihtoehtoisten aseiden taisteluteho ja linkaari-kustannukset ovat sekä liike- että sotasalaisuuksia.

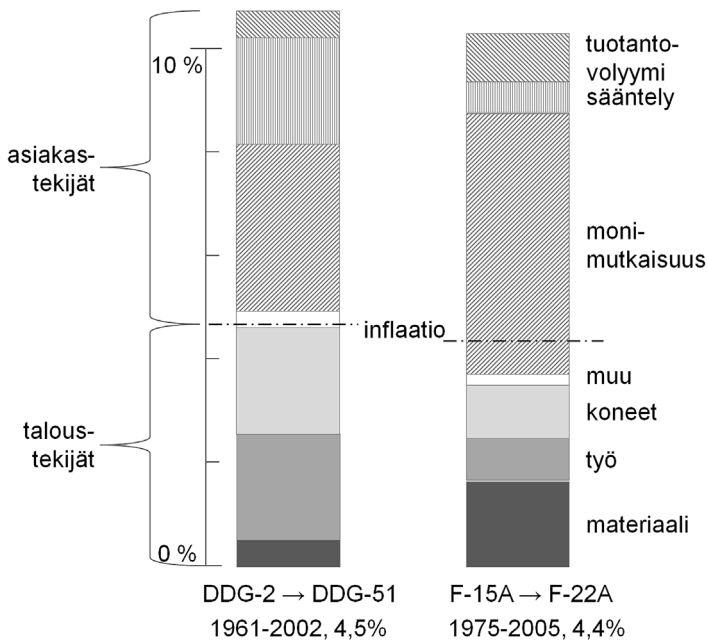
Kirkpatrickin ja Pughin (1985) mallissa ja Kirkpatrickin (1997a) operaatioanalyttisessä mallissa uhan teknologinen kasvu oli keskeinen tekijä. Jos siis uhan teknologien kasvu on osa selitystä, niin sen poistumisen pitäisi puolestaan vähentää yksikköhinnan kasvua. Chalmers (2009) arvioi, että Neuvostoliiton hajoaminen ja kilpavarustelun vähentyminen on vuoden 1990 jälkeen voinut hillitä yksikköhintojen kallistumista. Hän arvioi nykyiseksi reaalisesti kasvuksi vain 2–3%

vuodessa kolmen englantilaisten esimerkin pohjalta, ja pitää kysymystä ainakin jatkotutkimuksen arvoisena.

Empiiriseen aineistoon pohjautuvat selitykset

Aiemmin kuvassa 2 näytettiin regressiomalli, jossa yksikköhintaa ja sen nousua selitettiin aikamuuttujan avulla. Malliteknisesti regressiomalliin voidaan lisätä myös muita muuttujia, joiden yleensä sanotaan selittävän tulomuuttujaa, tässä tapauksessa yksikköhintaa. Tosin kyse ei ole kausaaliselityksestä, vaan assosiaatiosta. Aiemmin on jo mainittu Pughin aineisto, jossa melkein kaikilla aseilla, käsiaseita, valvonta-, tiedustelu- ja kommunikaatiovälineitä lukuun ottamatta, sekä sotavarusteen massa että käyttöönottovuosi selittivät yksikköhintaa. Siis mitä painavampi ja uudempi ase, sen kalliimpi yksikköhinta. Eskew (2000) lisää USA:n hävittäjäkoneiden kustannusmalliin muuttujiksi painon ja vuoden lisäksi valmistusmäärän ja huippunopeuden. Tällaisessa mallissa reaalin yksikkökustannusten nousun osuus oli 3% vuodessa, sillä muun osan selittivät muut muuttujat. Muille muuttujille 10% muutos lisäsi kustannuksia 7% painon osalta, 6% nopeuden osalta ja tuotantovauhdin osalta 2,5%. Havaittu hinnannousu ajan suhteen ei tietenkään muuttunut mitenkään, mutta mallin avulla sen voidaan sanoa ainakin liittyneen ajan lisäksi myös volyymin ja suoritusarvojen kehittymiseen.

Kuva 4 näyttää yhdysvaltalaisen tutkimusten tuloksia yksikkökustannusten kehityksestä kahden yksittäisen esimerkin valossa. Kyseessä on taaskin pelkkä tuotantokustannus ilman tuotekehityskustannusta. Kuluttajahintaindeksi, joka kuvassa on



Kuva 4. Yksikkökustannuksen kehityksen osatekijät kahdessa yhdysvaltalaisessa esimerkissä. Vasemmalla pinta-alaistelualuevertailut 1961–2002 (Arena et al., 2006), oikealla hävittäjäpariverailu 1975–2005 (Arena et al., 2008). Kuluttajahintaindeksi on merkitty katkoviivalla.

merkitty katkoviivalla, on samaa suuruusluokkaa kuin kirjoittajien talustekijöiksi nimeämien raaka-aineiden, työvoimakustannusten, koneiden ja laitteiden sekä muun (yleiskustannus) hinnankehityksestä johtuva osuus. Talustekijöistä johtuva yksikkökustannusten nousu molemmissa tutkimuksissa eri aseilla on suhteellisen vakio ja lähellä kuluttajahintaindeksiä. Talustekijät ovat niitä hinnannousua aiheuttavat tekijöitä, joita hintaindeksit mittaavat.

Asiakastekijät selittävät yksikköhinnan yleisen hintakehityksen ylittävän osuuden. Eri lentokonetyypeillä asiakastekijöiden vuosinousu vaihtelee huomattavasti 1,9 ja 11,9 prosentin välillä (Arena et al. 2008). Pääosa asiakastekijöistä on luonteeltaan laadun paranemista, eli monimutkaisuus kokonaan ja sääntely osittain. Tuotantovolyymi tarkoittaa yksikköhinnan kallistumisen myötä pienentyntä vuosittaista valmistusmäärää ja sen vaikutusta. Tilastollisesti tämä

tulee nähdä aitona hinnannousuna, koska kyse ei ole laatumuutoksesta. Sääntely pitää sisällään esimerkiksi työturvallisuus- ja ympäristölainsäädäntöä sekä muuta sääntelyä. Laivojen selkeästi suurempi sääntelyn osuus johtuu siitä, että Arena et al. (2006) määrittely pitää sisällään myös joitain vaatimustekijöitä, kuten häiveominaisuudet, jotka Arena et al (2008) laskevat osaksi monimutkaisuutta. Monimutkaisuutta ei ole yksinkertaista määrittää, mutta kirjoittajat viittaavat sillä sekä laivan rakentamisen vaikeuteen että laivan suorituskyvyn kasvuun. Arena et al. (2006) toteavat, että koska laivojen eri järjestelmien kustannustiedot puuttuvat, he joutuvat käyttämään niiden sijasta monimutkaisuuden mittareina yleisiä arvoja, kuten miehistömäärää ja asejärjestelmien lukumäärää. Näistä mallissa merkittäväksi selittäviksi tekijöiksi osoittautui laivan paino sekä teho/painosuhte. Lentokonemallissa selittäviä tekijöitä olivat paino, huippunousu

peus ja erikoismateriaalien osuus rungosta (Arena et al., 2008).

Esimerkki: Puolustusmateriaalin kustannustehokkuuden tapaustarkastelu

Yllä esitetyt yksikköhinnan kallistumisen selitykset perustuvat regressiomalliin, lavettitason muuttujien pohjalle. Tosin yhdysvaltalaisissa tutkimuksissa näitä täydennetään myös haastatteluin. Ostajan kilpailuttaessa hankintaa suoritetaan valittuja hankintakriteerejä vastaan vaihtoehtojen vertailu. Esitetyt regressiomallit eivät ole samalla tarkkuustasolla ostajan suorittaman vertailun kanssa, eivätkä liity suoraan ostajan haluamiin kyvykkyyksiin, kuten esimerkiksi regressiomallin hinnankallistumista selittävä lentokoneen paino.

Kustannustehokkuuden tapaustarkastelussa liitetään yksikköhinnan kehitys ostajan perspektiiviin, eli mitä hyötyä rahalla on saanut. Esimerkkinä on alun perin Sisun ja myöhemmin Patrian valmistamien XA-sarjan eli PASI ja AMV-pyöräpanssariajoneuvojen kustannustehokkuusvertailu. Tarkasteltavat XA-ajoneuvoversiot ovat vuonna

1984 puolustusvoimille tilattu XA-180 eli 1. PASI-sarja, vuonna 1999 tilattu XA-203 malli sekä edeltäjistään selkeästi poikkeava XA-360 (AMV). XA-ajoneuvot ovat nimensä mukaisesti panssaroituja pyöräajoneuvoja, joiden pääkäyttötarkoitus on jalkaväkitaistelijoiden kuljettaminen taistelukentällä. Kaikista XA-versioista on tehty myös erikoisversioita kuljettamaan muita hyötykuormia. XA-360:n käyttö aselavettina (esimerkiksi AMOS-kranaatinheitinjärjestelmä) on korostuneempaa kuin aiemmilla XA-versioilla. XA-180 ja XA-203 -sarjan ajoneuvot perustuvat samalle kolmen pyöräparin runkoratkaisulle. Toiminnallisesti XA-203 eroaa XA-180 mallista erityisesti paremman panssaroinnin osalta. XA-360:ssa on taas neljä pyöräparia, aiempia XA-versioita kehittyneempi erillisjousitus, kääntyvät takapyörät ja kaikilta osin parannetut suojaominaisuudet. XA-203:n teho ja kokonaispaino (max) on noussut noin 13% XA-180:een verrattuna. XA-360 on taas yli 100% parempi moottoriteholtaan ja 35% painavampi kuin XA-180. XA-ajoneuvojen perusominaisuudet on esitetty taulukossa 3.

MALLI		XA-180	XA-203	XA-360
MITAT				
kokonaispaino	kg	20000	22500	27000
pituus	m	7,35	7,45	7,7
leveys	m	2,9	2,95	2,8
korkeus	m	2,77	2,6	2,3
TEHO				
konetehto	kW	176	202	360
vääntö	Nm	825	1080	1970
KULJETUSKYKY				
henkilöstö	n	2	3	3
matkustajat	n	10	8	10

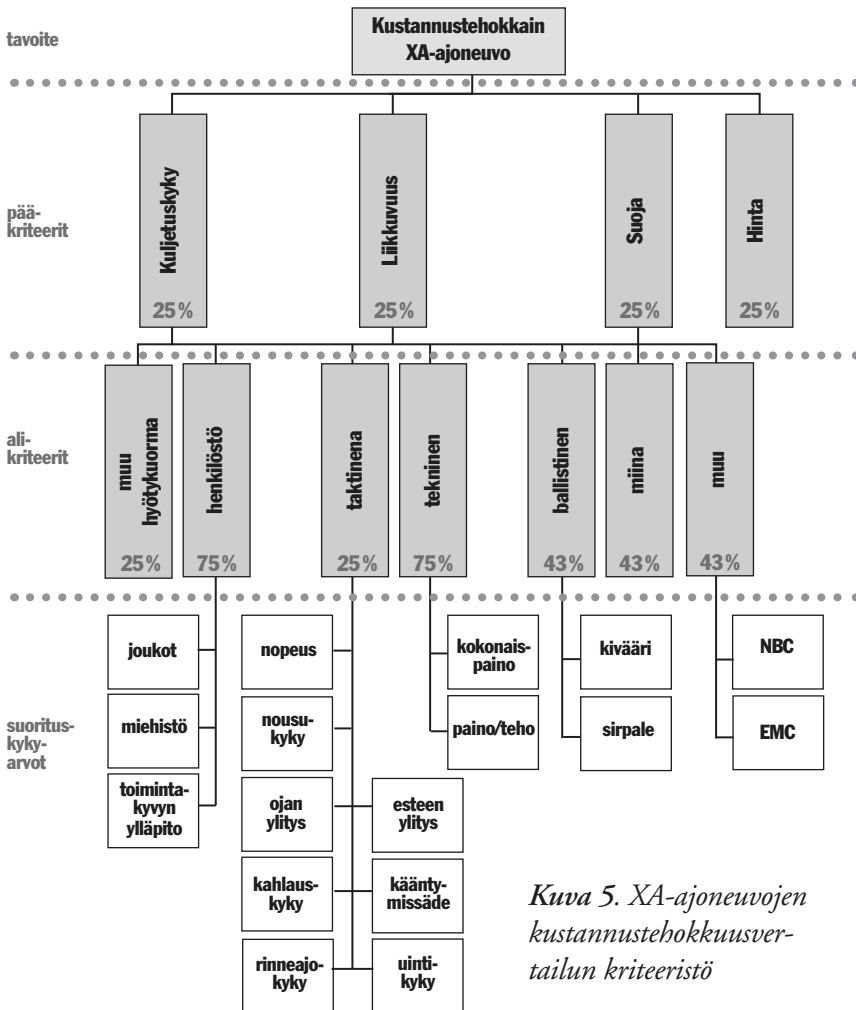
Taulukko 3. XA-pyöräpanssariajoneuvojen pääominaisuudet (Lähteet: Puolustusvoimat (2013) ja Jane's (2013))

KUSTANNUSTEHOKKUUSVERTAILUN KRITEERISTÖ JA VERTAILUMENETELMÄ

Perinteisesti tehokkuus tai kyvykkyys on teknisessä asejärjestelmässä jaoteltu toiminnallisiin osatekijöihin eli kriteereihin: vaikutukseen eli pääkykyyn, suojaan, liikkuvuuteen, johtamiseen ja logistiikkaan. XA-ajoneuvojen osalta tehokkuuden tarkastelu sisältää kuljetuskyvyn (pääkyky), liikkuvuuden ja suojan. Johtamista ei käsitellä, sillä tarkastelu on rajattu itse ajoneuvoon.

Logistiikan osatekijää eli muun muassa ylläpidettävyyttä ei ole myöskään sisällytetty tarkasteluun, koska tarvittavia lähtötietoja ei ole ollut saatavilla. Kustannusosio sisältää ajoneuvojen hankintahinnan.

Kustannustehokkuustarkastelun kriteeristö on esitetty alla kuvassa 5. Ylimmällä tasolla (1.taso) ovat toiminnalliset pääkriteerit, jotka on jaoteltu alikriteereihin (2.taso) ja edelleen varsinaisiin vertailuviin suorituskykyarvoihin (3.taso). Suorituskykyarvot ovat pääosin fysikaalisia suureita, kuten ajoneu-



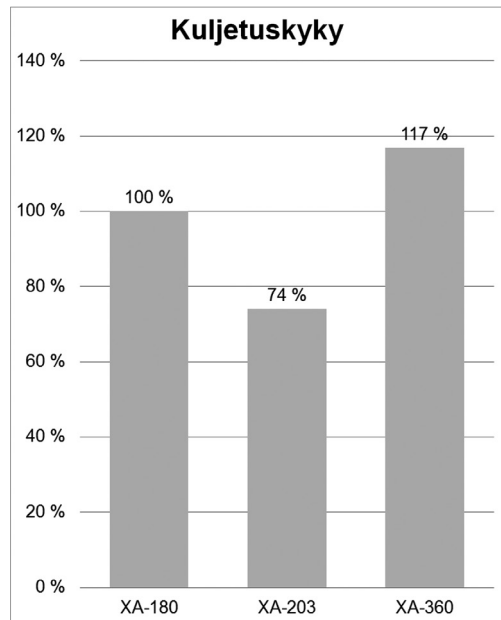
Kuva 5. XA-ajoneuvojen kustannustehokkuusvertailun kriteeristö

von paino tai pituus. Niissä tapauksissa, joissa suorituskykyominaisuudella ei ole selvää fyysikaalista suoritusarvoa (esimerkiksi NBC-suoja) perustuvat arvot asiantuntija-arvioon (NBC-suojan taso 0, 1, 2 tai 3). Suorituskykyarvot perustuvat julkisiin lähteisiin (Puolustusvoimat (2013) ja Jane's (2013)).

Tarkastelumenetelmänä käytetään analyttistä hierarkiaprozessia - (AHP). AHP:ssa periaatteena on, että alimman tason suorituskykyarvoja vertaillaan keskenään ja näiden vertailujen tulokset muodostavat yksiköttömät hyvyysluvut ensin alikriteerien ja sitten pääkriteerien suhteen sekä lopuksi itse ajoneuvojen osalta. Hyvyysluvut kertovat samalla ajoneuvojen keskinäisen järjestyksen tarkasteltavien kriteerien suhteen. Siksi voidaan käyttää termiä hyvyys tehokkuuden synonyymina. Sekä pää- että alikriteereille voidaan asettaa painokertoimia, mikäli kriteereille halutaan asettaa toisistaan poikkeavia tärkeysarvoja. XA-tarkastelussa pääkriteerillä on yhtäläiset painokertoimet ($\frac{1}{4}$), kun taas alikriteeritasolla on eri kriteereille annettu eri painoarvot asiantuntija-arvion perusteella. Esimerkiksi ajoneuvojen kuljetuskyvyn (pääkriteeri) hyvyys arvioinnissa on henkilöstön kuljetuskyvylle (lukumäärä) annettu 75 prosentin painoarvo, kun taas muulle hyötykuormalle 25 prosentin arvo, koska XA-ajoneuvot ovat ensisijaisesti kuljetusajoneuvoja eikä rynnäköpanssarivaunuja.

VERTAILUN TULOKSET

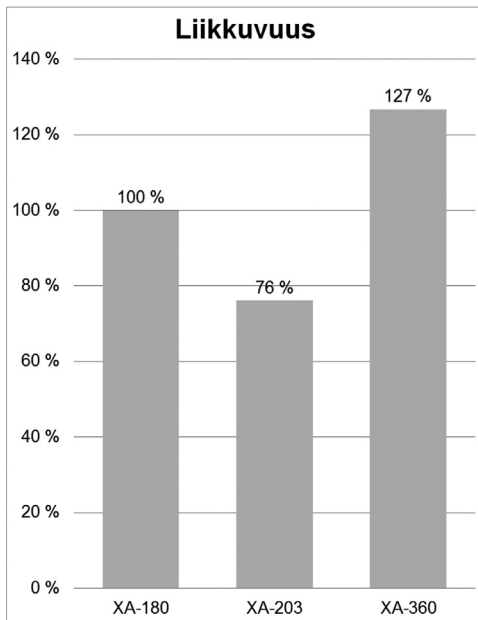
Tarkastelutulokset esitetään suhteellisenä hyvyysarvoina, joissa vanhimman tarkasteltavan ajoneuvon, XA-180:n arvoa on käytetty perustasona muuttamalla sen todellinen hyvyysluku kussakin tarkastelussa arvoksi 100% .



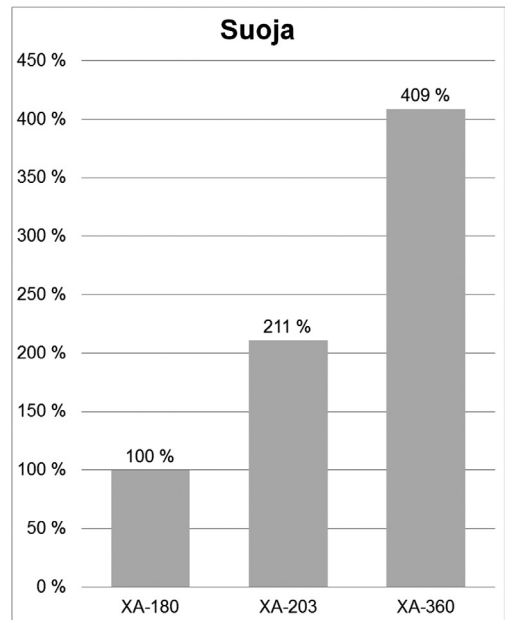
Kuva 6. XA-ajoneuvojen suhteelliset kuljetuskyvyt

Kuljetuskyky

Kuljetuskykyä arvioitiin sekä henkilöstön että muun hyötykuorman näkökulmista. XA-ajoneuvojen kuljetuskykyvertailu on esitetty kuvassa 6. XA-360 on kuljetuskyvyltään 17% XA-180:a parempi. XA-203:n kuljetuskyky on taas 26% XA-180:a huonompi. XA-360 paremmuus perustuu siihen, että se kykenee kuljettamaan eniten henkilöitä toimintakykyisimpinä sekä ottamaan tarvittaessa myös eniten muuta hyötykuormaa (esimerkiksi asejärjestelmä) kenttäolosuhteissa. Toimintakykyisyyttä arvioitaessa on huomioitu muun muassa henkilöstön tilat, istuimet ja ilmastointi. XA-203:n heikkoutta selittää se, että se kykenee kuljettamaan henkilöitä 20% vähemmän kuin XA-180 ja sen muun hyötykuorman kuljetuskyky on vaatimattomin.



Kuva 7. XA-ajoneuvojen liikkuvuus toisiinsa nähden



Kuva 8. XA-ajoneuvojen suojan ominaisuudet toisiinsa nähden

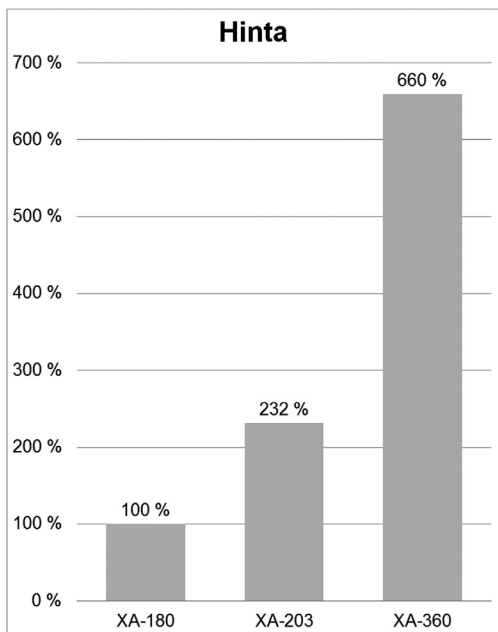
Liikkuvuus

Liikkuvuutta tarkasteltiin sekä taktisen että teknisen liikkuvuuden osalta. Lavettien nopeus, maastoliikkuvuus, kääntymissäde ja uintikyky olivat taktisen liikkuvuuden osia. Teknisessä liikkuvuudessa huomioitiin kokonaispaino ja ajoneuvojen tehopainosuhte. Kokonaispaino on huomioitu erillisenä suorituskykyarvona teknisessä liikkuvuudessa, vaikka sen merkitys tulee esiin välillisesti myös maastoliikkuvuudessa. Tämä johtuu siitä, että ajoneuvon painon lisääntyminen heikentää joka tapauksessa sen kuljetuskykyä eli liikuteltavuutta esimerkiksi ilmoitse. Ajoneuvojen liikkuvuusvertailu on esitetty kuvassa 7. XA-360 on liikkuvuudeltaan 27% XA-180:a parempi ja XA-203 on liikkuvuudessa heikoin (-24%) kuten kuljetuskyvyssä. XA-360:n liikkuvuuden

hyvyyttä kahteen muuhun XA-versioon selittää muun muassa sen parempi maastoliikkuvuus kehittyneen erillisjousituksen ja paremman tehopainosuhteen takia sekä parempi uintikyky. XA-203:n huonompi liikkuvuus verrattuna XA-180 ja XA-360:johtuu ennen kaikkea siitä, että se ei ole uintikykyinen.

Suoja

Suojan arvioinnissa huomioitiin ballistinen suoja, suoja miinaanajoa vastaan sekä NBC-suoja ja elektroninen yhteensopivuus (EMC). Ajoneuvojen suojan hyvyys toisiinsa nähden on esitetty kuvassa 8. Sekä XA-203 että XA-360 ovat suojatasoltaan merkittävästi XA-180:a parempia. XA-360:n suojan taso on arvioitu 309% ja XA-203:n 111% XA-180:aa tehokkaammiksi. XA-



Kuva 9. XA-ajoneuvojen hinnat toisiinsa nähden

180:ssa on käytännössä panssariin perustuva suoja kiväärikaliperisia aseita vastaan ja 40% pienemmän miinan sietokyky kuin XA-360:ssa. XA-180:ssa ei ole myöskään suojaa ydin-, biologisia ja kemiallisia aseita (NBC) vastaan. XA-203:ssa suojaa parantaa muun muassa erikoispanssari ja erilliset sirpalesuojalevyt. XA-360:ssa kaikkia suojan osa-alueita on edelleen kehitetty XA-203:sta.

Hinta

XA-ajoneuvojen hinta-arvona käytetään Nordlund et al. (2011) raportin arvoja. Hinnat on indeksikorjattuja, eli kaikki hinnat on muutettu saman ajanhetken arvon mukaisiksi. Ajoneuvojen hintavertailu on esitetty kuvassa 9. XA-360:n yksikköhinta on 660% kalliimpi ja XA-203 taas 132% kalliimpi kuin XA-180:n hinta.

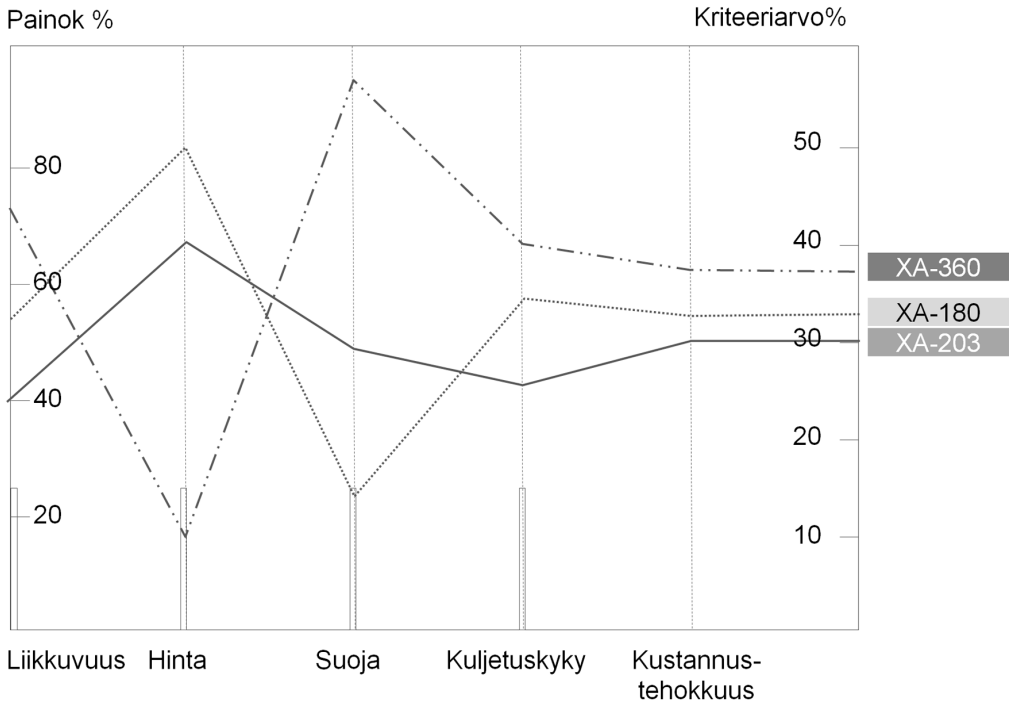
Kokonaistulokset

Kustannustehokkuustarkastelun kokonaistuloksissa kuvassa 10 on huomioitu kaikkien aiemmin esitettyjen kriteerien tulokset. Vertailu osoittaa, että XA-360 on 13% kustannustehokkaampi järjestelmä kuin XA-180. Tämä tarkoittaa sitä, että tarkastelun kriteereillä ja arvoilla XA-360:n tehokkuus on kasvanut yksikköhinnankasvua enemmän. XA-360:n monikertaiset suojaominaisuudet sekä parantunut kuljetuskyky ja liikkuvuus XA-180:een verrattuna kumoavat 6,6-kertaisen hinnannousun vaikutuksen. XA-203 jää kokonaisvertailussa 8% kustannustehottomammaksi kuin XA-180. Sen merkittävästi parantunut suoja ei täysin kykene kumoamaan heikentynyttä liikkuvuutta, kuljetuskykyä ja kalliimpaa hinta XA-180:een verrattuna. Käyttäen Nordlund et al. (2011) esittämiä Ruotsin indeksoitua ja inflaatiokorjattuja hintoja sekä aikaväliä (1988/9-2010) voidaan laskea reaalisten yksikkökustannusten kasvaneen noin 9,5% vuodessa. Samaan aikaan on olemassa kriteerien parantumista noudattava hankintapolku rationaaliselle ostajalle.

YKSIKKÖHINNAN KALLISTUMISEN VAIKUTUKSET

Yksikköhinnan kallistuminen merkitsee tietenkin sitä, että kappalemääräisesti aseita voidaan samalla rahalla ostaa vähemmän kuin ennen. Hinnankallistuminen ei kuitenkaan merkitse aseman huonontumista suhteessa potentiaaliin vihollisiin, sillä hinnankallistuminen vaikuttaa kaikkiin yhtäläisesti (Pugh, 1993).

Kun kappalemäärät vähenevät, niin josain kohtaa koko moderni suorituskyky ka-



Kuva 10. XA-ajoneuvojen kustannustehokkuustarkastelun kokonaistulokset

toa ensin pienien ja sitten yhä suurempien valtioiden ulottumattomiin, kun niillä ei ole varaa yhteenkään tai kriittiseen kappalemäärään ko. tyyppin asetta. Englannille lentotukialus on kallis ja strategiset pommikoneet jo menetetty suorituskyky, mutta balteilla ei ole edes hävittäjälentokoneita.

Tämä logiikka löytyy jo Kirkpatrick ja Pugh (1985) artikkelista *Starship Enterprise*, jonka nimi tulee tulevaisuuden visiosta, jossa Englannin puolustus on yhden, kaikki suorituskyvyt sisältävän *Starship Enterprise* varassa. Kappalemäärien vähenemisen lisäksi he näkevät, että myös eri asetyypit (esim. F-16, F-18) vähenevät, josta F-35A/B/C tavallaan toteuttaa tätä ennustetta. Sekä määrän ja erilaisten tyyppien suhteen vähäisemmät ilmavoimat ovat Kirkpatrickin

ja Pughin (1985) mukaan vähemmän tasapainoisia ja joustavia ja siten kykenevät heikommin itsenäisiin operaatioihin. Esimerkkinä he jo 30 vuotta sitten mainitsevat pienten NATO-maiden hyväksyneen, että niiden ilmavoimissa ei ole elektronisen valvonnan lentokalustoa.

Vaikutuksista voidaan tehdä seuraava ajatuskoe: ajatellaan, että Suomi hankkisi modernin F-35 hävittäjän korvaamaan *Hornet*it ja hankkisi niitä samat 60 kappaletta. Norjalaisten hinnalla kustannus olisi 60 kpl x 160 M€/kpl, yhteensä 9,6 Mrd€. Jos reaalihintaa tulevaisuudessakin jakaa kallistumistaan aiemmin laskettua 7,6% vuosivauhtia, niin 20 vuoden kuluttua kappalehinta 692 M€ onkin 4,3-kertaistunut, ja 60 kappaleen kustannus on nykyrahassa 41,5 Mrd€. Kun

kasvu on näin nopeaa, niin tehostaminen tai muut säästöt kuin kappalemäärästä tinkiminen, eivät tarjoa kuin muutaman vuoden lykkäystä. Tässä esimerkissä 15% säästö tarjoaa kaksi vuotta lykkäystä. Yhden hävittäjän kappalehinta on suuruusluokaltaan koko nykyinen puolustusmateriaalihankintojen budjetti (momentti 27.10.18), joten reaaliarvoltaan nykyisen suuruisella hankintabudjetilla niitä voitaisiin silloin hankkia yksi vuodessa ilman lisärahoitusta.

Jos moderni puolustusmateriaali on liian kallista, niin silloin voidaan pyrkiä hankkimaan tarvittava suorituskyky jollain halvemmalla tavalla. Baltit turvautuvat liittouman apuun ilmavoimien osalta. Pakistan puolestaan oli kiinnostunut ostamaan käytetyt F-16 hävittäjät Norjalta, jotka ehkä kuitenkin ovat riittävän uudenaikaisia suhteessa Pakistanin alueellisiin uhkiin. Mutta jos suorituskykyä ei voida tavalla eikä toisella hankkia, niin sitten siitä täytyy luopua. Kun valtio ei omista yhtä tai useampia tärkeitä sotavarusteluokkia, ei se myöskään voi itsenäisesti toteuttaa koko sotilasoperaatioiden kirjoa (Kirkpatrick, 1997b). Näissä oloissa hänen mielestään useimmat valtiot turvautuvat liittoutumaan. Kirkpatrick (2004) esittää myös muita vaihtoehtoja pienille maille, kuten että ne voivat yrittää säilyttää jonkinasteisen sotilaallisen itsenäisyyden varautumalla johonkin yksittäiseen skenaarioon, kuten kotimaan alueelliseen puolustukseen, ja hankkia rajoitetun joukon tätä varten suunniteltuja erilaisia aseita ja suorituskykyjä. Uutena vaihtoehtona ovat NATO:n ja EDA:n yhteiskäyttö- ja jakamisaloitteet. Suomi on muun muassa mukana NATO:n ja sen kumppanimaiden yhteisessä SAC-ilmakuljetushankkeessa Yksikköhinnaltaan

kallista suorituskykyä käytetään yhteiskäytössä muiden kanssa, jolloin Suomikin saa käyttöönsä osan käyttötunneista. Voidaan tietenkin kysyä, miten laajaa yhteiskäyttö voi olla ilman, että turvataan yhteiskäytön liittoumaan. Jakamisen osalta tätä ei tarvinnut edes kysyä.

JOHTOPÄÄTÖKSET

Puolustusmateriaalien yksikköhinnan yleistä hintatasoa nopeammasta kallistumisesta on useisiin tutkimuksiin nojautuvaa laajapohjaista kansainvälistä näyttöä. Sen sijaan yleisessä eli kansantaloudellisessa mielessä, jossa laatumuutos vähennetään hinnanmuutoksesta, ei voi väittää puolustusmateriaalien kallistuneen välttämättä edes samaa vauhtia yleisen hintatason kehityksen kanssa. Ostajan yksikköhintakäsite poikkeaa hintatilastojen hinnankäsitteestä, sillä edellinen huomioi vain hinnanmuutoksen, kun taas jälkimmäinen huomioi myös tuotteen tapahtuvan laadunmuutoksen. Tapausesimerkissä sovelletaan sukupolvien väliseen kustannustehokkuusvertailuun eri tuotevaihtoehtojen yleistä vertailumenetelmää. Tuloksena on, että melkein 10% reaalisesta yksikköhinnan kasvu vaikuttaisi olevan yhteen sovitettavissa rationaalisen ostajan oltuksen kanssa, eli ostaja sai rahalle jotain osoitettavissa olevaa vastinetta, eli lähinnä suojaa.

Tarkastelut perustuvat pitkiin aikasarjoihin, eikä vielä ole selvää näyttöä onko Neuvostoliiton hajoaminen vaikuttanut yksikköhintojen kehitystä hillitsevästi, vaikka se suorituskykykilpailun vähenemisen myötä voisi hillitä sitä. Puolustusmateriaalien sukupolvien välinen aika on pitkä, joten aiempiin sukupolviin perustuva his-

toriallinen ennuste on aina altis kritiikille historiallisen kehityksen projisoimisesta tulevaisuuteen – mitä hauskaasti ilmentää Augustine-sitaatti. Voidaan myös kysyä mikä on lavettipohjaisen yksikköhinnan relevanssi nykyisessä ja tulevassa verkostopuolustusympäristössä, tai miten suorituskykykilpailu yksikköhinnan kallistumisen syntymekanismina toimii asymmetrisiin uhkiiin varauduttaessa.

Yksikköhinnan yleistä hintatasoa nopeampi kallistuminen ei sellaisenaan taida toimia kovinkaan hyvin lisärahoitustarpeen

perusteluna, sillä ensinnäkin yksikköhinnan kallistuminen ei muuta suhteellisia asetelmia ja toiseksi, se perustuu epätavanomaiseen hintakäsitykseen. Yksikköhinnan nopea kallistuminen kuitenkin johtaa Suomen kaltaisten pienten valtioiden osalta kasvaviin vaikeuksiin säilyttää kattava suorituskykyvalikoima pelkästään omassa päätösvallassa. Tällainen argumentti voi toimia lisärahoitustarpeen perusteluna, mutta sillä voi perustella myös osaltaan puolustuspoliittisen perusratkaisun muutostarvetta.

Lähteet

- Alho, K.E.O.; Lehtonen, J.-M.; Mankinen, R.; Maury, R. ja Nikula, N. (2012). Puolustusmateriaalin hintakehitys, teoksessa: *Näkökulmia puolustuskyvyn uskottavuuteen*, toim. T. Tarvainen, Puolustusministeriö.
- Arena, M.V., ed. (2006). *Why has the cost of Navy ships risen?: a macroscopic examination of the trends in US Naval ship costs over the past several decades*. Vol. 484. RAND Corporation, Santa Monica, CA.
- Arena, M.V.; Younossi, O.; Brancato, K.; Blickstein, I. ja Grammich, C. A. (2008). *Why has the cost of fixed-wing aircraft risen? A macroscopic examination of the trends in U.S. military aircraft costs over the past several decades*. RAND Corporation. Santa Monica, CA.
- Augustine, N. R. (1986). *Augustine's laws*. New York: Viking Penguin.
- Chalmers, M. (2009). Defence Inflation: Reality or Myth? *RUSI Defence Systems*, 12(1), 12-21.
- DASA-Defence Analytical Services and Advice (2013). *Defence Inflation Estimates Statistical Notice 2011/12*. 26 September 2012, Ministry of Defence, United Kingdom. <http://www.dasa.mod.uk/>
- Deitchman, S. J. (1979). *New technology and military power: general purpose military forces for the 1980s and beyond*. Westview special studies in military affairs, Westview Press, Boulder, Colorado.
- Edwards, J. (2011). *The EU Defence and Security Procurement Directive: A Step Towards Affordability?* International Security Programme Paper, 5.
- Eskew, H. L. (2000). *Aircraft cost growth and development program length: Some augustinian propositions revisited*. Center for Naval Analyses, Alexandria, VA.
- Forsvaret (2013). *Norge skal kjøpe inn til 52 kampfly av typen F-35 fra det amerikanske selskapet Lockheed Martin*. <http://forsvaret.no/om-forsvaret/utstyrsfakta/luft/Sider/f-35.aspx>
- Gerdesmeier, D. (2007). *Miksi hintavakaus on tärkeää?* Euroopan keskuspankki. http://www.ecb.europa.eu/home/pdf/students/booklet_fi.pdf
- Hartley, K. (2003). The future of European Defence Policy: an Economic Perspective. *Defence and Peace Economics*, 14(2), 107-115.

- Jane's (2013). *Internet –portaali*. <https://janes.ihf.com>
- Kirkpatrick, D.L.I. (1997a). Rising costs, falling budgets and their implications for defence policy. *Economic Affairs*, 17(4), 10-14.
- Kirkpatrick, D.L.I. (1997b). The affordability of defence equipment, *The RUSI Journal*, 142(3), 58-80.
- Kirkpatrick, D.L.I. (2004). Trends in the costs of weapon systems and the consequences. *Defence and Peace Economics*, 15(3), 259-273.
- Kirkpatrick, D.L.I. ja Pugh, P.G. (1985). Towards the Starship Enterprise—are the current trends in defence unit costs inexorable? *The Journal of Cost Analysis*, 2(1), 59-80.
- Knuutila, J. (1981). *Sotatekniikka ja varustelukustannukset: sotatekniikan vaikutus sodankuvaan ja taisteluvälineiden kustannuskehitykseen*. Sotatieteen Laitos, Helsinki.
- Kvalvik, R. ja Johansen, P. (2008). *Enhetskostnadsvekst på forsvarsinvesteringer (EKVI)*. Forsvarets forskningssinstitutt (FFI) rapport 2008/01129, Norge. <http://forsvaret.no/om-forsvaret/utstyrsfakta/luft/Sider/f-35.aspx>
- MPKK - Maanpuolustuskorkeakoulu (2005). *Tietoja Suomen kokonaismaanpuolustuksesta 2006*, Edita Prima Oy, Helsinki.
- Nordlund, P.; Åkerström, J.; Öström, B. ja Löfstedt, H. (2011). *Kostnadsutveckling för försvarsmateriel*, FOI, Totalförsvarets Forskningsinstitut, Stockholm.
- Pugh, P.G. (1993). The procurement nexus. *Defence Economics*, 4(2), 179-194.
- Pugh, P.G. (2007), *Source book of Defence Equipment Costs*.
- PLM - Puolustusministeriö (2007). *Puolustus- ja turvallisuusteollisuusstrategia – työryhmän loppuraportti*, Helsinki.
- PLM - Puolustusministeriö (2011). *Puolustushallinnon materiaalipolitiikka -osastrategia*. Helsinki.
- Puolustusvoimat (2013). *Maavoimien kalustoa*. Puolustusvoimat. <http://www.puolustusvoimat.fi/>
- SIPRI (2013). *Arms Transfers*. <http://portal.sipri.org/publications/pages/transfer/splash>
- Tilastokeskus - Suomen virallinen tilasto (SVT) (2013). *Kuluttajabrintaindeksi* [verkkojulkaisu]. ISSN=1796-3524. Tilastokeskus, Helsinki. http://www.stat.fi/til/khi/khi_2011-03-21_men_001.html