

Tony Rosqvist, Risto Tuominen & Janne Sarsama

Huoltovarmuuden turvaamiseen tärkeä logistisen järjestelmän riskianalyysimenetelmä

VTT PUBLICATIONS 602

Huoltovarmuuden turvaamiseen tähtäävä logistisen järjestelmän riskianalyysimenetelmä

Tony Rosqvist, Risto Tuominen & Janne Sarsama

2., korjattu versio



ISBN 951-38-6839-7 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)

ISSN 1455-0849 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)

Copyright © VTT 2006

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

VTT, Vuorimiehentie 3, PL 1000, 02044 VTT

puh. vaihde 020 722 111, faksi 020 722 4374

VTT, Bergsmansvägen 3, PB 1000, 02044 VTT

tel. växel 020 722 111, fax 020 722 4374

VTT Technical Research Centre of Finland, Vuorimiehentie 3, P.O.Box 1000, FI-02044 VTT, Finland

phone internat. +358 20 722 111, fax +358 20 722 4374

VTT, Metallimiehenkuja 6-8, PL 1000, 02044 VTT

puh. vaihde 020 722 111, faksi 020 722 7077

VTT, Metallmansgränden 6-8, PB 1000, 02044 VTT

tel. växel 020 722 111, fax 020 722 7077

VTT Technical Research Centre of Finland, Metallimiehenkuja 6-8, FI-02044 VTT, Finland

phone internat. +358 20 722 111, fax +358 20 722 7077

Rosqvist, Tony, Tuominen, Risto & Sarsama, Janne. Huoltovarmuuden turvaamiseen tähtäävä logistisen järjestelmän riskianalyysimenetelmä. Espoo 2006. VTT Publications 602. 65 s. + liitt. 15 s.

Avainsanat security of supply, logistics risk assessment

Tiivistelmä

Tutkimustyön tuloksena on kehitetty logistiikan huoltovarmuuden tarkastelemiseksi riskianalyysimenetelmä sekä laajempaan kokonaisuutena kuvaus menetelmään liittyvästä riskienhallintaprosessista. Riskianalyysin vaiheet ovat uhkianalyysi, haavoittuvuusanalyysi ja riskin estimointi. Jokaiseen vaiheeseen liittyy kvantitatiivisten parametrien arviointi. Parametrien avulla lasketaan riskianalyysin lopussa riski-indeksi. Riski-indeksi kuvaa tarkastellun uhkaskenaarion merkittävyyttä riskin suhteen. Priorisoitujen uhkaskenaarioiden osalta voidaan tunnistaa riskienhallinnan toimenpiteitä logistiikan huoltovarmuuden toimenpideohjelmia laadittaessa. Riskianalyysi on perusluonteeltaan skenaariopohjainen. Näin ollen riskianalyysin tulokset riippuvat olennaisesti haastateltavien logistiikka-alan asiantuntijoiden kokemuksesta ja kyvystä tuottaa riskianalyysin vaatimia tietoja ja kvantitatiivisia arvioita. Riskianalyysimenetelmää kehitettiin erityisesti ”Yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen turvaamisen strategia (YETTS)”-dokumentissa lueteltujen logistiseen järjestelmään liittyvien uhkien analysoimiseksi normaaliolojen ja vakavien häiriöiden näkökulmasta. Alustavat kokemukset riskianalyysimenetelmästä kahdenkeskisten haastattelujen perusteella ovat myönteisiä. Toisaalta on ollut havaittavissa, että ryhmätyöympäristössä kvantitatiivinen arviointi koetaan vaikeaksi. Tämä on syytä ottaa huomioon asiantuntijaistuntoja valmisteltaessa ja ennakoaineistoa laadittaessa.

Alkusanat

Tämän tutkimuksen on rahoittanut maanpuolustuksen tieteellinen neuvottelukunta MATINE yhdessä Huoltovarmuuskeskuksen, puolustusvoimien (pääesikunta) ja liikenne- ja viestintäministeriön kanssa. Projektin johtoryhmän päätöksellä asetettiin projektin nimeksi ”Logistiikan huoltovarmuuden uhkat” (LOGHU). Projektin virallinen aloituspäivämäärä oli 15.4.2005, ja päättämispäivämäärä 31.3.2006. Työn tekijät kiittävät aktiivista, keskustelevaa ja innovatiivista johtoryhmää, jonka vaikutus tämän raportin sisältöön on ollut merkittävä. Raportista on kaksi versiota: julkinen ja projektiryhmän sisäiseen käyttöön tarkoitettu. Jälkimmäinen versio sisältää luvun ”Riskianalyysimenetelmän sovellustesti”, jonka haastatellut asiantuntijat toivoivat pidettävän luottamuksellisena.

LOGHU-projektin johtoryhmään kuuluivat Seppo Autio (pj.), Raija Viljanen ja Hannu Sivonen Huoltovarmuuskeskuksesta (HVK), Marjo Kauhaniemi puolustusvoimista (PV), Rauli Parmes liikenne- ja viestintäministeriöstä (LVM), Christian Perret MATINEsta ja Harri Soininen VTT:stä.

LOGHU-projektin pohjalta käynnistettiin vuonna 2006 LOGHU2-projekti MATINEn, puolustusvoimien ja Huoltovarmuuskeskuksen yhteisrahoituksella. Projektin päätavoitteena oli soveltaa LOGHU-projektissa kehitettyä riskianalyysimenetelmää puolustustaloudellisen suunnittelukunnan (PTS) kuljetussektorin ja poolien asiantuntijoista koostuvissa työryhmissä. Kokemusten perusteella suunnittelu- ja ohjausryhmä katsoi tarpeelliseksi päivittää LOGHU-projektin julkista tutkimusraporttia. LOGHU2-projektin suunnittelu- ja ohjausryhmään kuuluivat Raija Viljanen (pj.) ja Hannu Sivonen (HVK), Marjo Kauhaniemi (PV), Jari Gröhn, (LVM), Pekka Rautiainen ja Irmeli Rinta-Keturi (Confidea Business Consulting) sekä Tony Rosqvist (VTT).

Espoo 20.1.2008

Tekijät

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	3
Alkusanat	4
Käsitteet	7
1. Johdanto	16
2. Tavoite ja rajaukset	20
3. Huoltovarmuus, logistinen järjestelmä ja uhkakäsitteet	23
3.1 Huoltovarmuus	23
3.1.1 Yhteiskunnan huoltovarmuus ja turvallisuustilanteet	23
3.1.2 Yhteiskunnan huoltovarmuus ja materiaalien saatavuus	24
3.1.3 Yhteiskunnan huoltovarmuus ja puolustuskyky	25
3.1.4 Huoltovarmuuden turvaaminen huoltovarmuusjärjestelmällä	26
3.2 Logistinen järjestelmä	27
3.2.1 Logistisen järjestelmän käsitelmä	27
3.2.2 Logistinen järjestelmä ja materiaallinen huoltovarmuus	30
3.3 Huoltovarmuuden ja logistisen järjestelmän uhkakäsitteet	32
4. Logistiikan huoltovarmuuden riskienhallinta	36
4.1 Huoltovarmuuden riskienhallintaprosessi	37
4.2 Logistisen järjestelmän monitorointi ja ohjaus	39
5. Logistisen järjestelmän riskianalyysimenetelmä	42
5.1 Riskianalyysimenetelmän käsitelmä	42
5.2 Uhka-analyysi: uhkien ja uhkaskenaarioiden kuvaukset	46
5.2.1 Uhkaluokat	46
5.2.2 Uhkaskenaariot	48
5.3 Haavoittuvuusanalyysi: häiriöiden vakavuus	52
5.3.1 Haavoittuvuusanalyysin tavoite ja periaate	52
5.3.2 Häiriömalli	55
5.4 Riskin estimointi: riski-indeksi	58
5.5 Toimenpide-ehdotukset ja suunnitelmatyypit	60
5.6 Riskianalyysin toteutustavat	61

6. Riskianalyysimenetelmän sovellustestit	63
7. Johtopäätökset.....	64
Lähdeluettelo	65

Liitteet

Liite 1: Häiriön vakavuuden mallintaminen materiaalifunktion perusteella

Liite 2: Riskianalyysin menetelmäopas

Käsitteet

Käsitteet on jaettu yleisiin logistiikan käsitteisiin, YETTS-käsitteisiin sekä tutkimuksessa määriteltyihin käsitteisiin.

Yleisiä logistiikan käsitteitä

Suorituskyky (ISO9000) tarkoittaa yleisesti tuotteen, palvelun tai prosessin kykyä toimia ja saada aikaan tuloksia tehokkaasti, taitavasti, laadukkaasti ja vaatimusten mukaisesti. Sen tasoa ilmaistaan tunnussuureilla.

Toimitusketju kuvaa tiettyjen tuotteiden materiaalivirtaa tavarantoimittajilta markkinoille ja loppuasiakkaille sekä tämän ketjun toimintaa ohjaavista tietovirroista. Toimitusketju muodostuu yksittäisistä, yhteistyössä toimivista toimijoista. Toimitusketjuun liittyy oma palvelutavoitteensa jonka täyttymistä voidaan seurata erilaisilla suorituskyvyn tunnusluvuilla.

Toimituskyky tarkoittaa toimitusketjun kykyä toimittaa kysyntää vastaavat materiaalit/tavarat asiakkaille. Toimituskyky muodostuu materiaalien/tavaroiden hankittavuudesta ja logistisen järjestelmän toimitusvarmuudesta. Materiaalien/tavaroiden varastointi on yksi keino toimituskyvyn varmistamiseksi.

Toimitusvarmuudella tarkoitetaan logistisen järjestelmän kykyä toimittaa oikeat materiaalit/tavarat ostajan ja myyjän välisen sopimuksen mukaisesti oikeaan paikkaan, oikeaan aikaan, oikealla hinnalla ja oikean laatuina. Logistisen järjestelmän toimitusvarmuuden synonyyminä käytetään tässä työssä pääsääntöisesti käsitettä suorituskyky.

Logistisella järjestelmällä tarkoitetaan tässä erilaisten kuljetusmuotojen (meri-, maa- ja ilmakuljetukset) muodostamaa kuljetusketjun kokonaisuutta kattaen em. kokonaisuuteen kuluvan

- tekniikan/infrastruktuurin (esim. alukset, rautatiekaluston, rataverkon jne.)
- siinä tapahtuvan toiminnan (tavaroiden fyysinen kuljetus ja siihen liittyvä tietojen käsittely, toiminnan johtaminen, suunnittelu jne.)
- sekä mukana olevat toimijat (kuljetusliikkeet, huolitsijat, varustamot, viranomaiset jne.).

Liittyvät järjestelmät ovat tarkasteltavan logistisen järjestelmän toimintaan liittyviä muita järjestelmiä, joita logistinen järjestelmä hyödyntää toiminnassaan, mutta joilla on muitakin hyödyntäjiä (esim. logistisen järjestelmän toiminnan kannalta välttämättömät yhteiskunnan tekniset perusrakenteet, kuten energiaverkot, tietoverkot, tietojärjestelmät, rahoitustoiminta ja maksuliikenne).

Ulkoinen ympäristö tarkoittaa fyysistä, taloudellista ja kauppapoliittista ympäristöä, jossa tarkasteltava logistinen järjestelmä toimii, mukaan lukien sellaiset ympäröivät järjestelmät, joiden ei ole tarkoitettu millään tavalla liittyvän tarkasteltavan logistisen järjestelmän toimintaan.

YETTS (23.11.2006) -käsitteitä

Huoltovarmuuden turvaaminen Väestön toimeentulon, maan talouselämän ja maanpuolustuksen kannalta välttämättömien taloudellisten toimintojen ja niihin liittyvien teknisten järjestelmien turvaaminen poikkeusolojen ja niihin verrattavissa olevien vakavien häiriöiden varalta.

Turvallisuustilanne Uhkan tasosta riippuva ajallinen yhteiskunnan tila, joka jaetaan normaalioloihin, häiriötilanteisiin ja poikkeusoloihin. Normaaliolot on jokapäiväinen tila, jossa esiintyvät uhkat voidaan ehkäistä ennalta, torjua ja niiden vaikutuksista toipua voimassa olevilla säädöksillä ja voimavaroilla. Normaaliolojen järjestelyt luovat perustan toiminnalle häiriötilanteissa ja poikkeusoloissa. Häiriötilanne on normaalioloissa tapahtuva poikkeava, odottamaton tai äkillinen turvallisuustilanteen muutos, joka aiheuttaa uhkaa yhteiskunnan toimivuudelle ja väestön turvallisuudelle. Tilanne voi vaatia valtionjohdon ja viranomaisten erityisiä toimia. Normaaliolojen häiriötilanne saattaa edellyttää myös säädösten tarkistamista. Poikkeusoloja ovat valmiuslaissa ja puolustustilalaissa määritellyt tilanteet, joiden hallitseminen ei ole mahdollista viranomaisten säännönmukaisin toimivaltuuksin tai voimavaroin.

Tilannekuva Päättäjien ja heitä avustavien henkilöiden ymmärrys tapahtuneista asioista, niihin vaikuttaneista olosuhteista, eri osapuolien tavoitteista ja tapahtumien mahdollisista kehitysvaihtoehtoista, joita tarvitaan päätösten tekemiseksi tietystä asiasta tai asiakokonaisuudesta. Tilannekuvan muodostamista ja ylläpitoa edesautetaan ylläpitämällä ja esittämällä tietoja tarkoituksenmukaisesti esimerkiksi kuvilla, teksteillä ja kaavioilla.

Uhkamalli on yleisellä tasolla oleva kuvaus turvallisuusympäristön häiriöistä, jotka toteutuessaan mahdollisesti vaikuttavat valtiolliseen itsenäisyyteen sekä väestön elinmahdollisuuksiin ja turvallisuuteen. Uhkamallissa esitetään sen luonteen mukaisesti uhkan vaikutusmekanismi, lähde, kohde ja vaikutus kohteessa, todennäköisyys sekä luetellaan uhkamalliin sisältyvät vakavimmat erityistilanteet.

Erityistilanne Normaaliolojen, häiriötilan tai poikkeusolojen aikainen yllättävä tai äkillinen uhka tai tapahtuma, joka voi vaarantaa yhteiskunnan turvallisuuden tai väestön elinmahdollisuudet, ja jonka hallinta voi edellyttää normaalista poikkeavaa johtamismallia ja viestintää.

Uhka-arvio Toimivaltaisen viranomaisen uhkamallin pohjalta laatima vastuullaan oleviin tehtäviin ja erityistilanteisiin liittyvä arvio, jossa konkreettisesti käsitellään uhkan lähdettä, kohdetta, toteutumistapaa, todennäköisyyttä, vaikutuksia tehtävien hoitamiseen sekä vastatoimenpidemahdollisuuksia ja niiden valmisteluun tarvittavaa aikaa. (Uhka-arvio täyttää yleisen riskianalyysin määritelmän, kirj. huom.)

Tutkimuksessa määritellyt käsitteet

Logistiikan huoltovarmuudella tarkoitetaan logististen toimintojen ja suorituskyvyn turvattua jatkuvuutta yhteiskunnan erilaisissa turvallisuustilanteissa (normaaliolot, häiriötilanteet ja poikkeusolot) niin, että yhteiskunnan välttämättömät toiminnot ja maanpuolustuksen edellytykset eivät vaarannu.

Logistiikan huoltovarmuuden riskianalyysi tarkoittaa (materiaalisen) huoltovarmuuden suunnittelun ja turvaamisen tueksi toteutettavaa uhkaskenaarioiden, logistisen järjestelmän haavoittuvuuksien ja häiriöiden sekä niistä huoltovarmuuden tason ylläpitämiseksi aiheutuvan uhkan todennäköisyyspohjaista tarkastelua, jonka pohjalta voidaan tehdä päätelmiä logistiikan suorituskykyä varmentavista/parantavista toimenpiteistä ennen uhkaskenaarion realisoitumista.

Uhkat ovat yleisellä tasolla tunnistettuja ja kuvattuja mahdollisia tapahtumia, jotka toteutuessaan voivat vaikuttaa haitallisesti tarkasteltavan kohteen toimintaan. Uhkat ovat lähtöisin järjestelmän sisältä (esim. kalustovauriot, onnettomuudet), liittyvistä järjestelmistä (esim. tietoverkon häiriötila) tai järjestelmän ulkoisesta toimintaympäristöstä (esim. maanjäristys, talouskriisi).

Uhkaluokka on uhkan jonkun pääominaisuuden perusteella määritellyn uhkaluokituksen yksi luokka. Uhkaluokituksen tavoitteena on varmentaa, että käsiteltävät uhkat ovat kattavasti edustettuina tarkasteluissa. Uhkat voidaan jaotella esimerkiksi luokkiin 1) luonnonilmiöt, 2) poliittiset, taloudelliset & rakenteelliset uhkat, 3) tuottamukselliset vahingoittamiset, 4) vahingot ja onnettomuudet.

Uhkaskenaariot kuvaavat tarkasteltavan logistisen järjestelmän näkökulmasta konkreettisesti erilaisten uhkien mahdollisia toteutumistapoja (esim. kuka, mitä, millä keinoin, milloin, mihin kohdistuu). Uhkaskenaario määrittelee järjestelmäosan tai -osat, joihin uhka toteutuessaan ensi kädessä vaikuttaa häiriönä – ei kuitenkaan häiriön seurauksia. Uhkaskenaario voi muodostua useista erillisistä uhkatekijöistä joilla on itsenäinen tai toisista uhkatekijöistä riippuva rooli järjestelmän eri kohdissa.

Uhkatyyppejä kuvaa uhkaskenaarion dynamiikkaa tarkasteltavassa aikajaksossa. Dynamiikalla viitataan uhkaskenaarion toteutumistodennäköisyyteen, joka voi vaihdella tarkastelujakson sisällä. Perustyyppinä on määritelty neljä erilaista uhkaluokkaa: ”toteutuminen todennäköisempää tarkastelujakson alussa kuin lopussa”, ”toteutuminen yhtä todennäköistä kaikilla tarkastelujakson sisäisillä aikaväleillä”, ”toteutuminen todennäköisempää tarkastelujakson lopussa kuin alussa” ja ”tilanne päällä”.

Häiriö on logistisen järjestelmän osaan vaikuttava ilmiö joka alentaa kohdejärjestelmän suorituskykyä ja näin ollen järjestelmän suorituskykyä (toimitusvarmuutta). Yleensä häiriö on lyhytaikainen normaalioloissa.

Haavoittuvuus on sellainen logistiseen järjestelmään liittyvä ominaisuus, jonka johdosta logistinen järjestelmä on altis uhkaskenaarioiden haitallisille vaikutuksille. Haavoittuvuuksien kautta mahdollistuvat *häiriöt* logistisen järjestelmän osan tai osien toiminnassa, minkä seurauksena järjestelmän suorituskyky heikkenee.

Riski kuvaa uhkaskenaariosta logistiseen järjestelmään liittyvien haavoittuvuuksien takia aiheutuvaa, halutun/tavoitellun huoltovarmuuden tason ylläpitämiseen kohdistuvan uhkan suuruutta. Riski määräytyy huoltovarmuuteen kohdistuvien vaikutusten vakavuuden ja vaikutusten toteutumiseen liittyvien todennäköisyysarvioiden perusteella.

LOGHU 1 – projektin tuloksia

Talouselämästä eri teitä saadun palautteen perusteella voidaan tehdä johtopäätös, että vuoden 2001 syyskuun terrori-iskua seuranneen lentokiellon takia kokoonpanoteollisuuden tarvitsemat komponentit olisivat loppuneet neljässä päivässä. Myös Suomen kokoonpanoteollisuus olisi pysähtynyt. Kansainvälinen ilmatila jouduttiinkin avaamaan. Integroituva elinkeinoelämä sisältää monimutkaisia riippuvuussuhteita, ja häiriöt aiheuttavat Suomeen asti ulottuvia heijastusvaikutuksia.

Keskeinen haaste on huoltovarmuuden tason säilyttäminen ja ylläpitäminen ympäristön muutoksessa, jossa maailmanlaajuisen kehityksen ja uusien riskien ja häiriöiden merkitys Suomen huoltovarmuudelle on kasvanut. Huoltovarmuuden *säilyttämisen perustana on riskianalyysi*, jossa otetaan huomioon sekä uhkien seurannaisvaikutukset suomalaisen huoltovarmuuteen että uhkien todennäköisyydet.

- I** Tavoite: logistinen järjestelmä täyttää yhteiskunnan turvaamiseen liittyvät tehtävät kaikissa turvallisuustilanteissa.



Edellytetään

- II** Viranomaisten ja talouselämän tulee pystyä tunnistamaan joko logistiseen järjestelmään tai sen ympäristöön liittyviä taloudellisia, poliittisia tai muita pitkän aikavälin kehityssuuntia, jotka voisivat uhata logistisen järjestelmän suorituskykyä (toimitusvarmuutta).



Uhkaskenaarioiden tunnistaminen, riskien arviointi

- III** Viranomaisten tulee pystyä päättämään mahdollisesti tarvittavista korjaavista toimenpiteistä esimerkiksi lainsäädännöllisin keinoin. Tämä voi asettaa logistisen järjestelmän omistajalle tai toimijoille uusia vaatimuksia tai toimenpiteitä.

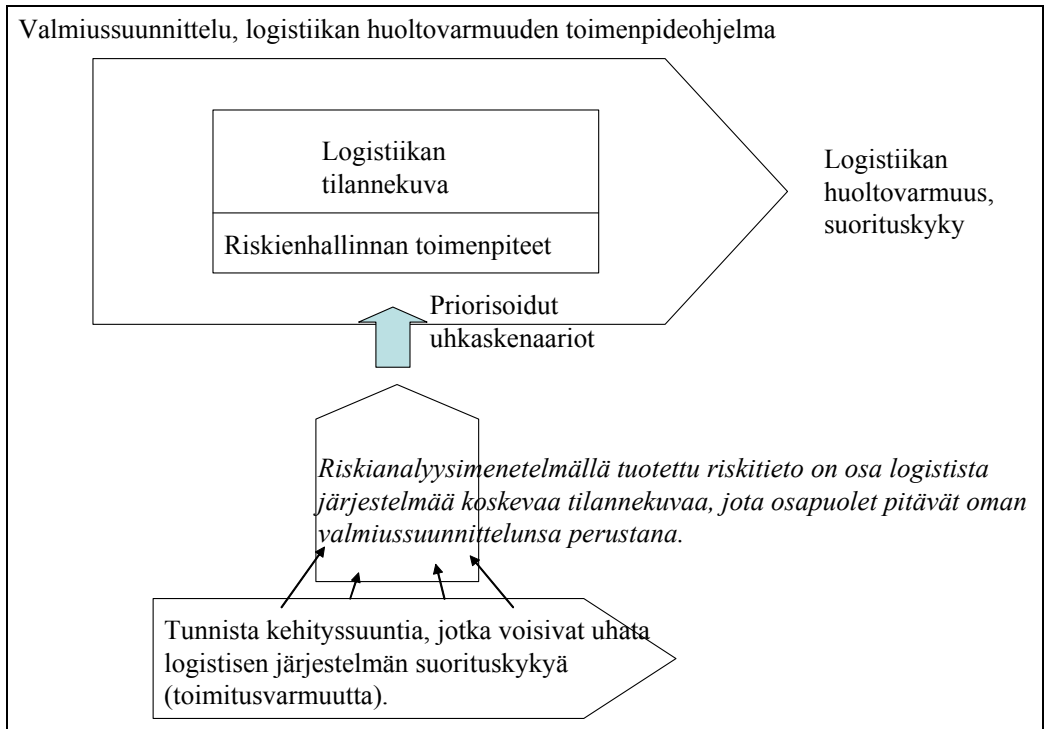
Kuva i. Yhteiskunnan huoltovarmuudesta vastaavien viranomaisten tukeminen riskianalyysillä.

Huoltovarmuuden tason ylläpitämisessä yhdistetään kaksi analyysiä: toimintaympäristön kehityksessä tapahtuvien muutosten tunnistaminen sekä riskianalyysi (uhkien merkittävyyksien arviointia). Tämän tavoitteena on johdonmukaisesti

tukea pitkällä aikavälillä huoltovarmuusjärjestelmän kehittämistä ja mitoittamista suhteessa turvallisuustilanteisiin ja logistiikan huoltovarmuuden turvaamiseen liittyviin toimenpiteisiin.

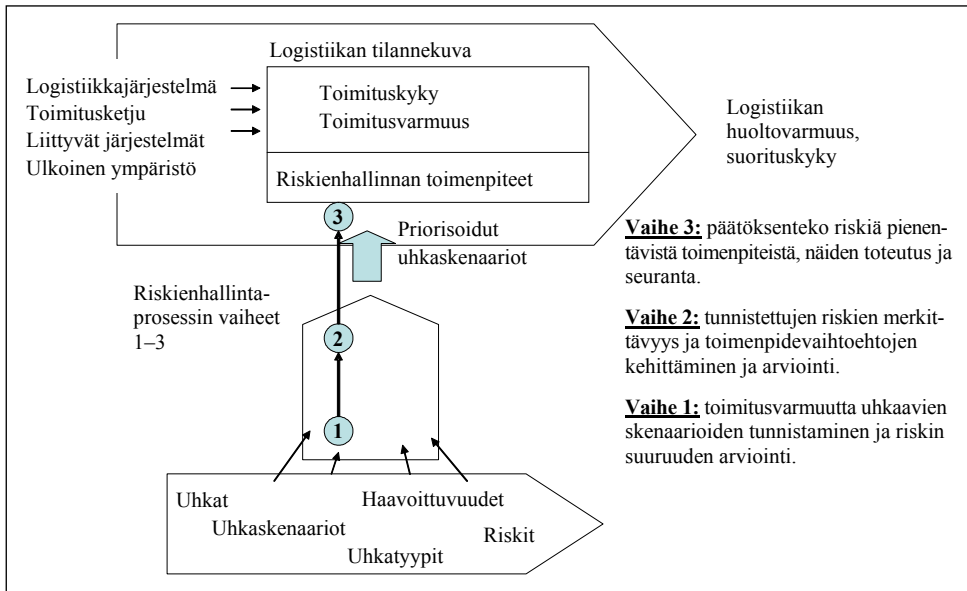
Elintarvikeketjut ovat olleet kohtuullisen yksinkertaisia tutkittavia; auditointimenettelyjä ja tarkastuksia on käytetty jo vuosikymmenien ajan. Sen sijaan koko kuljetusketjun kattavaa analysointia, johon olisi sisällytetty toimintaympäristön kehittymisen mukanaan tuomia muutoksia, ei ole käytössä. Tutkimuksen alussa tehty laaja kirjallisuusselvitys paljasti, ettei LOGHU-projektissa kehitettävää riskianalyysimenetelmää vastaavaa menetelmää ole käytettävissä kriittisen infrastruktuurin uhkien analysoimiseksi. Tutkimuksessa kehitettävä menetelmä sisältää uusina piirteinä 1) koko ketjun kattamisen, 2) muutosten arvioinnin ja 3) formaalin menetelmällisyyden.

Riskianalyysimenetelmällä tuotettu *riskitieto on osa logistista järjestelmää koskevaa tilannekuvaa*, jota projektiosapuolet ylläpitävät oman *valmiussuunnitelunsa* perustana. Ennakoiva päätöksenteko edellyttää logistisen järjestelmän toimijoilta kykyä logistiikan tilannekuvan muodostamiseen, tilanteen arviointiin ja vaihtoehtojen suunnitteluun sekä päätöksen tekemiseen ja toimeenpanemiseen toimintaympäristössä, jossa uudentyyppiset uhkat ja riskit pyrkivät horjuttamaan logistiikan huoltovarmuuden tasoa.



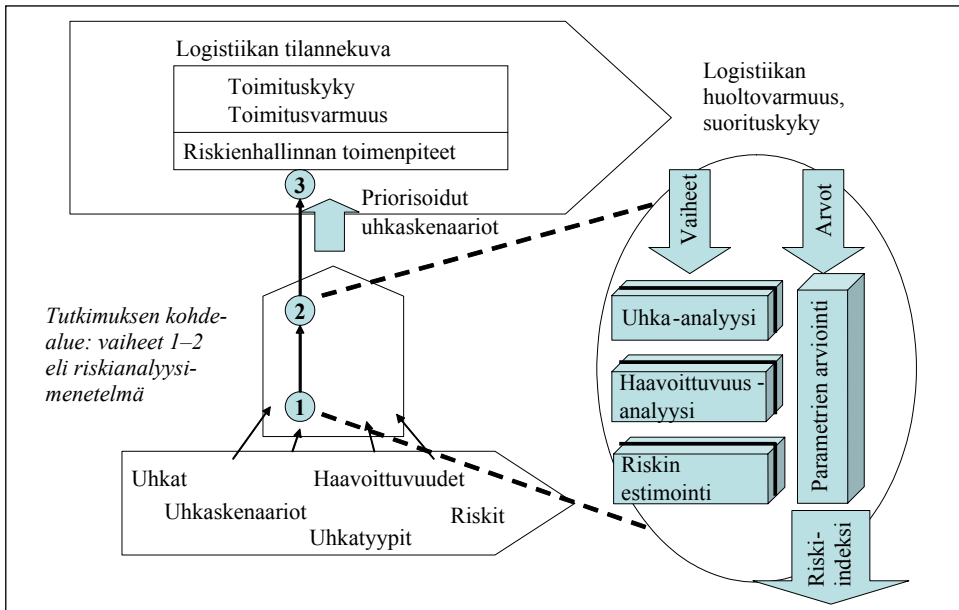
Kuva ii. Valmiussuunnittelu perustuu sekä logistiikan huoltovarmuusjärjestelmän suunnitteluun että päätöksentekoon järjestelmää horjuttavien riskien vastatoimenpiteistä.

Riskienhallintaprosessi mallintaa huoltovarmuuden toimintaympäristöä jakamalla sen loogisiin kokonaisuuksiin ja tulkitsemalla sitä riskianalyysin käsittein. Näin syntyy mahdollisuus tarkastella järjestelmiä ja sen osatekijöitä sekä näitä horjuttavia tapahtumia ja vuorovaikutussuhteita. Tätä kautta pystytään tunnistamaan logistisen järjestelmän suorituskykyä eniten horjuttavat, priorisoitavat, uhkaskenaariot. Valittavat riskienhallinnan toimenpiteet vähentävät riskin todennäköisyyttä, pienentävät riskin toteutumisen vaikutuksia tai vähentävät riskiä yleensä. Arvioihin perustuen on siis mahdollista laatia vaihtoehtoisia toimenpiteitä, joilla logistiikan huoltovarmuuden suorituskyky voidaan varmistaa kansallisilla voimavaroilla.



Kuva iii. Riskienhallintaprosessin vaiheiden liittyminen järjestelmään, sen osajärjestelmiin ja toimintaan.

Tutkimustyön tuloksena on kehitetty logistiikan huoltovarmuuden analysoimiseksi riskianalyysimenetelmä sekä yleisellä tasolla riskienhallinnan prosessi, johon riskianalyysi osana kuuluu. Riskianalyysin perusvaiheet ovat uhkianalyysi, haavoittuvuusanalyysi ja riskin estimointi. Jokaiseen vaiheeseen liittyy kvantitatiivisten parametrien arviointi, ja niiden perusteella riskianalyysin lopussa lasketaan riski-indeksi. Riski-indeksi kuvaa määritellyn uhkaskenaarion merkittävyyttä riskin suhteen. Priorisoitujen uhkaskenaarioiden osalta voidaan tunnistaa riskienhallinnan toimenpiteitä logistiikan huoltovarmuuden toimenpide-ohjelmaa laadittaessa.



Kuva iv. Kehitetyn riskianalyyssimenetelmän päävaiheet.

Kehitettyä riskianalyyssimenetelmää testattiin arvioitaessa öljytoimialan muutosten vaikutuksia logistiikan huoltovarmuuteen. Öljy valittiin kohteeksi, koska öljyn kuljetuskyky on mainittu erikseen valtioneuvoston tavoitepäätöksessä ja myös valmiuslain 2. § kattaa öljyn saantihäiriön. Lisäksi öljytoimialalla arvioitiin olevan riittävän laaja ja monimuotoinen kuljetusketju sekä osaavia asiantuntijoita. Menetelmää testattiin myös sotilaallisen maanpuolustusta tukevan tuotannon alueella keskittyen varaosalogistiikkaan. Puolustustaloudellisen suunnittelukunnan taholta saadun palautteen perusteella on todettava, että kokoonpanoteollisuudessa komponentit loppuvat lyhyenkin lentokiellon aikana nopeasti.

Sovellustestien perusteella voidaan todeta, että riskianalyyssimenetelmä näyttäisi soveltuvan hyvin kahdenkeskisenä haastatteluna toteutettavaksi. Koska riskianalyysi on perusluonteeltaan skenaariopohjainen, sen kattavuus perustuu olennaisesti haastateltavien logistiikka-alan asiantuntijoiden kokemukseen ja kykyyn tuottaa riskiskenaarioita sekä riskianalyysin vaatimia kvantitatiivisia arvioita. Jatkotutkimuksiksi ehdotetaan, että nyt luotua riskianalyyssimenetelmää kehitetään eteenpäin siten, että välinettä voidaan käyttää työpajatyypisessä asiantuntijoiden ryhmätyössä.

1. Johdanto

Huoltovarmuudella tarkoitetaan väestön toimeentulon, maan talouselämän ja maanpuolustuksen kannalta välttämättömien taloudellisten toimintojen ja niihin liittyvien teknisten järjestelmien turvaamista poikkeusolojen ja vakavien häiriöiden varalta (Laki huoltovarmuuden turvaamisesta, 1390/1992). Valtioneuvoston antama päätös huoltovarmuuden tavoitteista (VNp 350/2002) määrittelee varautumisen painopistealueiksi yhteiskunnan tekniset perusrakenteet, kuljetus-, varastointi- ja jakelujärjestelmät, elintarvikehuollon, energiahuollon, sosiaali- ja terveydenhuollon sekä sotilaallista maanpuolustusta tukevan tuotannon ja järjestelmien ylläpidon.

Huoltovarmuuden turvaamisesta vastaavat organisaatiot ovat Huoltovarmuuskeskus, jonka tehtävänä on huoltovarmuuden operatiivinen toimeenpano, koordinaatio ja rahoitus (asetus Huoltovarmuuskeskuksesta 1391/1992) sekä puolustustaloudellinen suunnittelukunta (PTS), joka muodostaa varautumista palvelevan verkoston elinkeinoelämän ja viranomaisten välille (laki ja asetus puolustustaloudellisesta suunnittelukunnasta L238/1960 ja A 239/1960). PTS:n puitteissa tapahtuu talouselämän vapaaehtoinen osallistuminen poikkeusoloihin ja häiriötilanteisiin varautumiseen. Verkottuneen yhteiskunnan toiminnan varmistaminen edellyttää kaikkien osapuolien osallistumista toimialakohtaiseen varautumiseen osana huoltovarmuuden turvaamisen kokonaisuutta.

Valtioneuvosto antoi 23.11.2006 periaatepäätöksen yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen turvaamisen strategiasta (YETTS). Strategia sisältää nykyaikaisen yhteiskunnan varautumisessa käytettävät uhkamallit, joita sovelletaan myös huoltovarmuuden turvaamisessa. Erityisesti ns. uudet uhkat (esim. tietojärjestelmäuhat, terrorismi, Nuclear&Biological&Chemical (NBC)-uhkat) ovat tulleet perinteisten turvallisuuspoliittisten uhkien rinnalle.

Keskeistä yhteiskunnan huoltovarmuudessa on materiaalien ja tavaroiden (esim. polttoaineiden ja elintarvikkeiden) mahdollisimman häiriötön saatavuus sekä yhteiskunnan kriittisten järjestelmien (esim. sähkö- ja tietoliikenneverkkojen) toimintavarmuus. Koska materiaalien ja tavaroiden laajamittainen ja pitkäaikainen varastointi ei ole taloudellisesti mielekäästä eikä käytännössä juuri mahdollistakaan, logistisen järjestelmän toimitusvarmuus (liittyen erityisesti ulkomailta tuotaviin materiaaleihin ja tavaroihin) on keskeisellä sijalla niiden saatavuuden varmistamiseksi.

Logistisen järjestelmän toimitusvarmuuden varmistaminen erilaisia uhkia vastaan on tullut yleisen yhteiskunnallisen ja teknisen kehityksen myötä entistä tärkeämmäksi. Suomi on aina käynyt ulkomaankauppaa ja on myös ollut, enemmän tai vähemmän, ulkomaisen tavaratuonnin varassa. Nykyisin tämä riippuvuus on entistä voimakkaampaa mm. tuotannon globaalin keskittymisen vuoksi. Toisaalta logistinen järjestelmä itsessään on tullut entistä haavoittuvammaksi. Logistinen järjestelmä on entistä riippuvaisempi yhteiskunnan muiden teknisten järjestelmien, kuten tietoliikennejärjestelmän, toiminnasta. Tietokoneviruksen tms. aiheuttama toimintahäiriö voi aiheuttaa merkittävää haittaa logistisen järjestelmän toiminnalle kohdistuessaan järjestelmän kannalta kriittiseen paikkaan. Myös yhteiskunnassa ilmenevät erilaiset uhkat ovat itsessään muuttuneet aikaisempaa monimuotoisemmiksi ja vaikeammin ennakoitaviksi. Esimerkkinä voidaan mainita kansainvälinen terrorismi, joka syyskuussa 2001 toteutettujen terrori-iskujen jälkeen on muodostunut ”vakiouhkaksi” kansallisvaltioiden arvioi-
dessa niiden hyvinvointia uhkaavia tekijöitä.

Edellä kuvattua taustaa vasten yhteiskunnan huoltovarmuudesta vastaavien viranomaisten on entistä tärkeämpää olla yhteistoiminnassa talouselämän kanssa ja varmistua siitä, että logistinen järjestelmä pystyy täyttämään yhteiskunnan huoltovarmuuden turvaamiseen liittyvät tehtävänsä kaikissa turvallisuustilanteissa. Viranomaisten ja talouselämän tulisi pystyä tunnistamaan sellaisia, joko itse logistiseen järjestelmään tai sen ympäristöön liittyviä taloudellisia, poliittisia tms., melko pitkänkin aikavälin kehityssuuntia, jotka voisivat uhata logistisen järjestelmän suorituskykyä (toimitusvarmuutta). Uhkaskenaarioiden tunnistamisen ja siihen liittyvän riskin arvioinnin pohjalta viranomaisten pitäisi pystyä päättämään mahdollisesti tarvittavista korjaavista toimenpiteistä esimerkiksi lainsäädännöllisin keinoin. Esimerkiksi logistisen järjestelmän omistajille/toimijoille (kuljetusliikkeet, varustamot, huolitsijat jne.) voidaan asettaa uusia vaatimuksia tai voidaan toteuttaa omia varmentavia toimenpiteitä (esim. polttonesteväarojen varastointimäärien kasvattaminen).

Menettelytapa edellä kuvattuun tavoitteeseen pääsemiseksi on yhteiskunnan huoltovarmuuden turvaamiseen tähtäävä logistiseen järjestelmään liittyvien riskien hallintaprosessi ja tätä palveleva logistisen järjestelmän riskianalyysimenetelmä. Keskeiset elementit, joista logistiseen järjestelmään liittyvien riskien hallinta koostuu, ovat: 1) logistisen järjestelmän toimitusvarmuutta uhkaavien skenaarioiden tunnistaminen ja näihin liittyvän riskin suuruuden arviointi, 2) tunnis-

tettujen riskien merkityksen arviointi eli päätöksenteko riskien merkittävydestä sekä riskiä pienentävien toimenpidevaihtoehtojen kehittäminen ja arviointi, 3) päätöksenteko riskiä pienentävistä toimenpiteistä, näiden toteutus ja seuranta. Myös tunnistettuihin uhkaskenaarioihin liittyvien uhkien monitorointi / kehittämisen seuranta on osa logistiseen järjestelmään liittyvää riskienhallintaprosessia. Tällä tarkoitetaan sitä toimintoa, jonka tavoitteena on mm. seurata sekä logistisen järjestelmän että sen ympäristön muuttumista ja tarvittaessa – jonkin uhkatekijän realisoituessa – laukaista aikaisemmin suunniteltuja ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä. Oleellista uhkatekijöiden monitoroinnissa on, että ne kyetään havaitsemaan riittävän varhain niin, että ehkäisevät toimenpiteet vaikuttavat ennen kuin uhkatekijät alkavat haitata logistisen järjestelmän toimintaa.

Tämän julkaisun keskeisenä sisältönä on kuvata yhteiskunnan huoltovarmuuden turvaamiseen tähtäävä logistisen järjestelmän riskianalysimenetelmä. Kysymys on tällöin lähinnä edellä kuvatun logistiseen järjestelmään liittyvän riskienhallintaprosessin kahdesta ensimmäisestä vaiheesta.

Raportti on tehty logistiikan huoltovarmuudesta vastaavien viranomaisten (Huoltovarmuuskeskus, liikenne- ja viestintäministeriö, puolustusvoimat) käyttöön ja se on syntynyt em. toimijoiden sekä MATINEn rahoittamassa tutkimushankkeessa.

Julkaisun sisältö on seuraavanlainen:

- Luvussa 2 esitetään hankkeen tavoite ja rajaukset sekä määritellään kehitettävä riskianalysimenetelmä.
- Luvussa 3 esitellään projektin kohdealue: huoltovarmuus, logistinen järjestelmä, uhkaskenaario jne.
- Luvussa 4 määritellään huoltovarmuuden turvaamiseen liittyvää riskienhallinnan prosessia yleisellä tasolla.
- Raportin keskeisin sisältö on esitetty luvussa 5. Siinä syvennetään ja tarkennetaan kehitetty riskianalysimenetelmä eli menettelytapa, jonka avulla huoltovarmuudesta vastaavat viranomaistahot voivat 1) tunnistaa/määrittää logistisen järjestelmän toimitusvarmuutta uhkaavia skenaarioita ja arvioida huoltovarmuuden näkökulmasta näihin liittyvän riskin suuruutta, 2) arvioida tunnistettujen riskien merkitystä eli tehdä päätöksiä riskien hyväksyttävyyden suhteen ja 3) tarvittaessa kehittää toimen-

pidevaihtoehtoja. Luvussa 5 kuvataan riskianalyysimenetelmän keskeiset käsitteet (arkkitehtuurikuvaus), uhka-analyysin vaiheet, haavoittuvuusanalyysi, riskin estimointi, riskianalyysitulosten esitystapa sekä toteutuksen tukimateriaali.

- Luvussa 6 esitetään valittujen tapaustutkimusten tulokset.
- Luvussa 7 kuvataan lyhyesti kehitetyn riskianalyysimenetelmän ominaisuuksia tutkimuskysymysten valossa sekä annetaan ohjeita käytännön soveltamisessa.

2. Tavoite ja rajaukset

Tässä luvussa esitetään hankkeen tavoite ja rajaukset sekä kuvataan kehitettävän riskianalyysimenetelmän ominaisuuksia.

Tutkimuksen tavoitteena oli kehittää yhteiskunnan huoltovarmuuden suunnittelun ja turvaamisen tarpeisiin logistisen järjestelmän riskianalyysimenetelmä niin, että huoltovarmuudesta vastaavat viranomaistahot voivat sen avulla

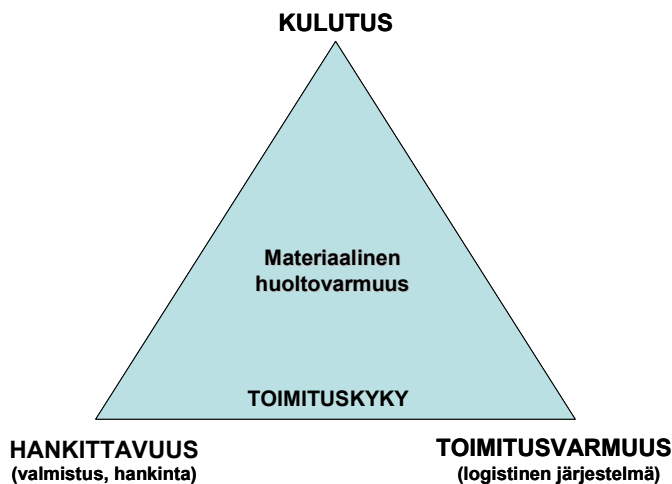
1. tunnistaa/määrittää logistisen järjestelmän toimitusvarmuutta ja sitä kautta huoltovarmuutta vaarantavia uhkaskenaarioita ja arvioida näihin liittyvän riskin suuruutta
2. tunnistaa ja arvioida logistiseen järjestelmään liittyviä haavoittuvuuksia ja niiden vaikutuksia riskiin
3. arvioida tunnistettujen riskien merkitystä eli tehdä päätöksiä riskien siedettävyyden suhteen ja saada näin tietoa niistä uhkaskenaarioista, järjestelmään liittyvistä haavoittuvuuksista ja riskeistä, joiden varalle tulisi kehittää riskiä alentavia toimenpiteitä.

Riskianalyysimenetelmä on tarkoitettu logistiikan huoltovarmuudesta vastaavien viranomaistahojen eli ennen kaikkea Huoltovarmuuskeskuksen, puolustusvoimien ja liikenne- ja viestintäministeriön käyttöön. Menetelmä on geneerinen, jolloin sen avulla voidaan tarkastella yhteiskunnan normaalioloihin liittyvää huoltovarmuutta, mutta toisaalta myös puolustusvoimien erityistarpeista lähtevää huoltovarmuuden turvaamista (sotilaallinen huoltovarmuus).

Riskianalyysimenetelmällä tuotettu *riskitieto on osa logistista järjestelmää koskevaa tilannekuvaa*, jota projektiosapuolet ylläpitävät oman *valmiussuunnitlunsa* perustana. Ennakoiva päätöksenteko edellyttää logistisen järjestelmän *toimijoilta kykyä logistiikan tilannekuvan muodostamiseen, tilanteen arviointiin ja vaihtoehtojen suunnitteluun sekä päätöksen tekemiseen ja toimeenpanemiseen.*

On huomattava, että suomalaisen yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen turvaamisen keskeisenä tekijänä on huoltovarmuuden turvaaminen. Toisin sanoen huoltovarmuuden turvaamiseen tähtäävät tunnistetut ja priorisoidut (riskienhallinta)toimenpiteet ovat keskeinen osa laajempaa toimenpiteiden joukkoa, joka sisällytetään yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen turvaamisen strategiaan (YETTS).

Kehitettävässä riskianalyysimenetelmässä ei ole ensisijaisesti tarkoitus ottaa huomioon sellaisia mahdollisia uhkaskenaarioita, jotka uhkaavat yhteiskunnan huoltovarmuutta materiaalien hankittavuuden näkökulmasta. Tämä siksi, että tällaisessa skenaariossa ei ole kysymys logistisen järjestelmän haavoittuvuudesta vaan laajemmasta, koko yhteiskunnan huoltovarmuusjärjestelmän haavoittumisesta. Logistinen järjestelmä on kyllä toimintakykyinen, mutta ei ole hankittavissa raaka-ainetta tai tavaraa, jota se voisi kuljettaa. Mielenkiinto riskianalyysissa kohdistetaan ensisijaisesti sellaisiin uhkaskenaarioihin, jotka tavalla tai toisella uhkaavat logistisen järjestelmän toimitusvarmuutta. Logistisen järjestelmän toimitusvarmuuden suhdetta (materiaaliseen) huoltovarmuuteen esittää kuva 1.



Kuva 1. Logistisen järjestelmän liittyntä huoltovarmuuteen.

Seuraavassa on esitetty kysymyksiä joihin kehitettävällä riskianalyysimenetelmällä haetaan vastauksia:

1. Yhteiskunnan turvaamiseen liittyvien tehtävien täyttymisen osalta
 - Minkä avaintoimintojen turvaaminen on keskeistä?
 - Miten on varauduttu turvaamaan kuljetusketjun toiminta (erityisesti toimintojen ja kuljetusmuotojen rajapinnat)?
 - Mitä lisävarautumista tarvitaan?

2. Suorituskykyä uhkaavien kehityssuuntien ja häiriöiden osalta

- Mitkä ovat tunnistettujen häiriötilanteiden esiintymismahdollisuudet ja seuraukset?
- Miten voidaan havaita kuljetusketjun vaarantumiseen ja varautumistarpeeseen liittyvät heikot signaalit?
- Järjestäytyneen rikollisuuden aiheuttamat riskit?

3. Korjaavien toimenpiteiden osalta

- Kuljetusketjun kumuloituvan viiveen minimointimahdollisuudet?
- Kuljetusketjun ohjausjärjestelmän varmistamismahdollisuudet?
- Miten monitorointitekniologiaa voidaan hyödyntää (kuljetettava sisältö, määrä, laatu, sijainti)?
- Mitkä voisivat olla mahdollisuudet kuljetusketjun häirintään ja mitkä olisivat niiden ilmenemismuodot (uhkaskenaariot)? Mahdollisen viiveen keston määrittely ja viiveen aiheuttamien seurausten hallinta? Häiriön aiheuttajien kartoitus (paikannussatelliitit, viestiliikennesatelliitit), yleinen IP / langaton IP (virukset, roskaposti, käytön esto), matkapuhelinverkon häiriöt, terveysongelmat (lintuinfluenssa, SARS), lakot suursatamissa (Hampuri), terroriuhka kotimaan satamassa, maksuliikenteen häiriöt (laskutus, rahaliikenne), henkilöstöriskit (luotsien sairastuminen), luonnon aiheuttamat häiriöt (vaikea jäättilanne), viranomaistoimintojen aiheuttamat tekijät (EU, tullaus), NBC-uhkat, vakuutus sopimusten häiriöt.

Tutkimuksen tulokset rajoittuvat logistisen järjestelmän riskianalyysimenetelmän kehittämiseen, menetelmän kuvaamiseen ja sen soveltamiseen joihinkin Huoltovarmuuskeskuksen ja Puolustustaloudellisen suunnittelukunnan (PTS) vastuualueeseen kuuluviin huoltoaloihin.

Riskianalyysimenetelmän soveltaminen ei edellytä matemaattisten mallien ja niihin perustuvien tietokonepohjaisten simulointitekniikoiden käyttöä. Kehitetty käsitteellinen viitekehys antaa kuitenkin tulevaisuudessa mahdollisuuden tarkentaa analyysimenetelmää matemaattisempaan suuntaan.

Soveltamistapoja ovat kahdenkeskiset haastattelut ja asiantuntijatyöryhmät.

3. Huoltovarmuus, logistinen järjestelmä ja uhkakäsitteet

Tässä luvussa esitellään projektin kohdealue: huoltovarmuus, logistinen järjestelmä ja näihin liittyvät erilaiset uhkakäsitteet – uhkatekijä, uhkaskenaario jne. Tarkoituksena on luoda lukijalle sellainen käsitteellinen viitekehys, joka auttaa hahmottamaan, mistä huoltovarmuudessa ja sen ylläpitämisessä on kysymys ja miten logistinen järjestelmä ja sen toimintavarmuus tähän liittyvät.

3.1 Huoltovarmuus

3.1.1 Yhteiskunnan huoltovarmuus ja turvallisuustilanteet

Suomessa on jo vuosikymmenien ajan varauduttu erilaisiin yhteiskunnan poikkeusoloihin. Eri aikoina tästä varautumistoiminnasta ja sen eri osa-alueista on käytetty lukuisia erilaisia käsitteitä, kuten taloudellinen puolustusvalmius, kansanhuolto, taloudellinen varautuminen, huoltovarmuus (ks. huoltovarmuuden historia <<http://www.huoltovarmuus.fi/organisaatio/huoltovarmuuden-historia/>>). Vakiintuneeksi ylätasoa käsitteeksi on 1980-luvulta lähtien muodostunut huoltovarmuus. Nykyisin sillä tarkoitetaan väestön toimeentulon, maan talouselämän ja maanpuolustuksen kannalta välttämättömien taloudellisten toimintojen ja niihin liittyvien teknisten järjestelmien turvaamista ja näin saavutettua yhteiskunnan toimintojen jatkuvuutta. Lyhyesti sanottuna kysymys on siis yhteiskunnan toimivuudesta sitä uhkaavissa tilanteissa, joista äärimmäisenä luonnollisesti yhteiskunnan joutuminen jonkin toisen valtion laajamittaisen sotilaallisen hyökkäyksen kohteeksi.

Esimerkkejä edellä olevan määritelmän tarkoittamista ylläpidettävistä perustoiminnoista ovat energiahuolto sisältäen sähkön ja lämmön tuotannon, siirron ja jakelun; sähköiset tieto- ja viestintäjärjestelmät sisältäen esimerkiksi tietoliikenneverkot, puhelinverkot, televisio- ja radiotoiminnan; yhdyskuntien tekniset palvelut sekä tiettyjen materiaalien saatavuuden varmistaminen, missä keskeinen rooli on logistisen järjestelmän toiminnalla.

Huoltovarmuus-käsitteen määritelmässä esiintyvillä ”vakavilla häiriöillä ja poikkeusoloilla” taas viitataan yleisesti kaikkiin sellaisiin yhteiskunnan normaalioloista

poikkeaviin tilanteisiin, joissa vaaditaan yhteiskunnan viranomaisten tai jopa ylimmän valtionjohdon toimenpiteitä niin, että väestön toimeentulon, maan talouselämän ja maanpuolustuksen kannalta välttämättömät taloudelliset toiminnot sekä niihin liittyvät tekniset järjestelmät voitaisiin turvata mahdollisimman hyvin. Kysymys on niukkojen resurssien jakamisesta yhteiskunnan eri toimijoiden ja sektorien kesken ja tähän liittyvästä päätöksenteosta. Valtioneuvoston periaatepäätöksessä yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen turvaamisen strategiasta (23.11.2006) ja sen perustelumuistiossa ”Yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen turvaamisen strategia” on otettu käyttöön *turvallisuustilanne* kuvaamaan niitä erilaisia tiloja, joissa yhteiskunta voi tästä päätöksenteon näkökulmasta olla. Em. dokumentissa esitetyt turvallisuustilanteet on jaettu kolmeen luokkaan: normaalioloihin, häiriötilanteisiin sekä poikkeusoloihin, ja näille luokille on annettu seuraavanlaiset sisällöt:

- Normaalioloissa elintärkeiden toimintojen turvaamisen painopisteenä on erilaisten uhkien ennaltaehkäisy, torjunta, hallinta ja vaikutuksista toimiminen normaaliolojen lainsäädännön ja voimavarojen avulla.
- Häiriötilanteissa toimivaltaisten viranomaisten ja tarvittaessa valtionjohdon on ryhdyttävä erityistoimenpiteisiin tilanteesta selviämiseksi. Häiriötilanteet voivat aiheuttaa normaaliolojen säädöksiin sisältyvien toimivaltuuksien käyttöön ottamista, määrärahojen uudelleen kohdentamista, henkilöstöjärjestelyjä ja muiden lisäresurssien osoittamista sekä säädösten tarkistamista.
- Poikkeusolot on säädetty valmiuslaissa ja puolustustilalaissa. Lakien säätämiä toimivaltuuksia voidaan ottaa käyttöön ja käyttää vain tilanteissa, joissa tilanteen hallitseminen ei ole mahdollista viranomaisten säännönmukaisin toimivaltuuksin.

3.1.2 Yhteiskunnan huoltovarmuus ja materiaalien saatavuus

Kuten edellisessä luvussa jo oli esillä, tiettyjen materiaalien saatavuuden varmistaminen on osa huoltovarmuutta. Tällaisia tärkeitä tai jopa kriittisiä materiaaleja ovat esimerkiksi eräät elintarvikkeet, terveyden- ja sairaanhoidossa tarvittavat materiaalit tai maanpuolustuksen kannalta välttämättömät materiaalit. Myös edellä mainittujen perustoimintojen tarvitsemat materiaalit ja varaosat ovat tällaisia, esi-

merkiksi sähkön ja lämmön tuotannossa sekä liikenteessä tarvittavat polttoaineet ja teknisten järjestelmien, kuten tietoliikenneverkkojen varaosat.

Sitä osaa huoltovarmuudesta, joka liittyy edellä kuvattujen materiaalisten edellytysten turvaamiseen, voidaan kutsua materiaaliseksi huoltovarmuudeksi. Vastavasti huoltovarmuuden ”toista puolta” voidaan kutsua esimerkiksi yhteiskunnan kriittisiin järjestelmiin (tai infrastruktuuriin) liittyväksi huoltovarmuudeksi. Mainitut käsitteet eivät ole mitenkään vakiintuneita, mutta ne auttavat hahmottamaan ne kaksi puolta tai osa-aluetta, joista huoltovarmuudessa on kysymys.

Materiaaliseen huoltovarmuuteen liittyvä toiminta vastaa siitä, että tiettyjä kriittisiä materiaaleja on saatavissa, kun taas kriittisiin järjestelmiin (tai infrastruktuuriin) liittyvä huoltovarmuus vastaa siitä, että yhteiskunnan tekniset järjestelmät (joista osa vaatii toimiakseen em. kriittisiä materiaaleja) ovat toimintakunnossa. Edellä kuvatusta käsitteiden välisestä suhteesta johtuen materiaallinen huoltovarmuus voidaan nähdä jollakin tavoin tärkeämpänä sen toimintaedellytyksiä luovan aseman vuoksi, mutta toisaalta kriittisiin järjestelmiin (tai infrastruktuuriin) liittyvä huoltovarmuus on tänä päivänä myös hyvin tärkeää, ennen kaikkea uhkien luonteen muuttumisen ja infrastruktuurijärjestelmien monimutkaistumisen vuoksi. Jatkossa tämä asema todennäköisesti vain voimistuu.

Tässä tutkimuksessa keskitytään huoltovarmuuskäsitteen materiaallisen huoltovarmuuden logistiikan avulla varmistettavaan osa-alueeseen.

3.1.3 Yhteiskunnan huoltovarmuus ja puolustuskyky

Huoltovarmuus on luonteeltaan ennakoivaa toimintaa. Yhteiskunnan normaaliolojen häiriinnyttyä tai yhteiskunnan siirryttyä poikkeusoloihin huoltovarmuuden turvaamiseen liittyvien toimintojen (niin sotilaallisen maanpuolustuksen kuin siviilitoimintojen) intensiteetti luonnollisesti kasvaa, mutta yhteiskunnan huoltovarmuus ei kuitenkaan perustu tähän toimintaan, vaan siihen, että normaaliolojen aikana tehdään riittävät toimenpiteet ennakoitavissa olevien uhkakuvien varalle.

Yhteiskunnan turvallisuustilanteen heiketessä huoltovarmuuden turvaaminen muuttuu luonteeltaan enemmän kriisinhallinnaksi. Mitä voimakkaammin yhteiskunnan olosuhteet poikkeavat normaalista (tai mitä suurempi tämä uhka on) sitä

tärkeämmässä roolissa sotilaallinen huoltovarmuus on. Sotilaallinen maanpuolustus tukeutuu kuitenkin kaikissa turvallisuustilanteissa enemmän tai vähemmän siviiliyhteiskunnan toimintoihin.

3.1.4 Huoltovarmuuden turvaaminen huoltovarmuusjärjestelmällä

Huoltovarmuuteen liittyviä osatoimintoja ovat huoltovarmuuden johtaminen, suunnittelu, varmuusvarastointi, huoltovarmuutta uhkaavien tekijöiden monitorointi jne. Johtaminen ja suunnittelu ovat ennen kaikkea yhteiskunnan viranomaisten toimintaa. Keskeinen rooli tässä toiminnassa on Huoltovarmuuskeskuksella ja Puolustustaloudellisella suunnittelukunnalla, mutta myös puolustusvoimien rooli on merkittävä, nimenomaan maanpuolustuksen toimintaedellytysten turvaamisen kannalta. Huoltovarmuuteen osallistuu viranomaistahojen lisäksi (joita on myös muita kuin edellä mainitut tahot) joukko yhteiskunnan muita toimijoita, ennen kaikkea elinkeinoelämän piiristä. Tällaisia ovat esimerkiksi sähkö- ja energiayhtiöt, kuljetusliikkeet, kaupan keskusliikkeet, elintarviketeollisuuden yritykset, öljynjalostamot jne. Toisin sanoen yhteiskunnan huoltovarmuus on viranomaisten johtamaa toimintaa, mutta se tukeutuu merkittävässä määrin talouselämän normaaleihin rakenteisiin ja toimintoihin. Esimerkiksi sähkön tuotanto- ja jakelujärjestelmä voimalaitoksineen ja sähköverkkoineen, joka yhteiskunnan normaalioloissa huolehtii sähkön tuotanto- ja jakelutarpeesta, on käytännössä se sama järjestelmä, jonka on tarkoitus suoriutua vastaavasta tehtävästä myös yhteiskunnan olosuhteiden poiketessa normaaliolosuhteista (häiriötilanteet, poikkeusolot).

Vastaavasti materiaalisen huoltovarmuuden turvaamisessa yhteiskunnan erilaisissa häiriötilanteissa ja poikkeusoloissa hyödynnetään pitkälti sitä samaa logistista järjestelmää, jota elinkeinoelämä hyödyntää normaalioloissakin. Materiaalisen huoltovarmuuden turvaamiseen liittyy myös tiettyjä erityisjärjestelyjä, kuten varmuusvarastointi, kulutuksen ohjaus tai esimerkiksi puolustusvoimien oma kuljetuskapasiteetti, mutta käytännössä yhteiskunnan materiaalinen huoltovarmuus rakentuu pitkälti elinkeinoelämän normaalien rakenteiden ja toimijoiden varaan.

Sitä kokonaisuutta, joka toteuttaa huoltovarmuuden turvaamista, voidaan nimittää huoltovarmuusjärjestelmäksi. Tämänkin käsitteen kohdalla voidaan erottaa useampia ulottuvuuksia ja näkökulmia. Tarkasteltaessa käsitteen sisältöä hallinnollisesta/yhteiskunnan rakenteiden näkökulmasta käsitteellä tarkoitetaan ennen

kaikkea niitä yhteiskunnan viranomaistyyppisiä toimintoja, jotka vastaavat huoltovarmuuden johtamisesta ja suunnittelusta. Laajasta, systeemilähtöisestä näkökulmasta huoltovarmuusjärjestelmä voidaan taas ymmärtää siksi kaiken kattavaksi kokonaisuudeksi, joka jollakin tavoin osallistuu yhteiskunnan huoltovarmuuteen. Tähän kokonaisuuteen kuuluu siis em. viranomaistahojen lisäksi toimijoita elinkeinoelämän piiristä, kuten edellä mainitut sähkö- ja energiayhtiöt, kuljetusliikkeet, kaupan keskusliikkeet, elintarviketeollisuuden yritykset, öljynjalostamot jne. aina yksittäisiin näissä organisaatioissa työskenteleviin henkilöihin saakka.

3.2 Logistinen järjestelmä

3.2.1 Logistisen järjestelmän käsitelmä

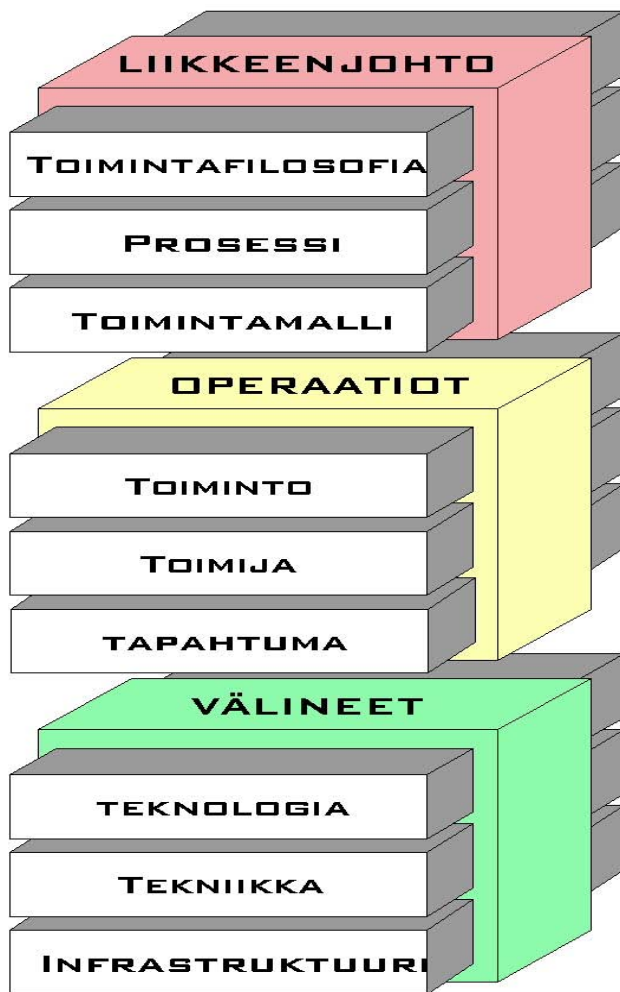
Logistinen järjestelmä -käsitteen sisältö ei ole selkeästi vakiintunut, vaan sen sisältö vaihtelee käyttötilanteen ja -tarpeen mukaan. Yleisesti käsitteellä tarkoitetaan sitä erilaisista kuljetusmuodoista (mm. meri-, maa- ja ilmakuljetukset), niiden välisistä solmukohdista (satamat, terminaalit, lentokentät) muodostuvaa infrastruktuuria ja sitä ohjaavista järjestelmistä muodostuvaa kokonaisuutta, joka tyydyttää elinkeinoelämässä ja laajemmin yhteiskunnassa esiintyvän erilaisten tavaroiden ja materiaalien kuljettamistarpeen.

Tässä julkaisussa logistinen järjestelmä -käsitteellä viitataan ko. kokonaisjärjestelmän siihen osaan, jolla on keskeinen rooli yhteiskunnan toiminnan (huoltovarmuuden) kannalta välttämättömien tavaroiden ja materiaalien sekä henkilöiden kuljettamisessa.

Logistinen järjestelmä painottuu siis tämän raportin käsitteenä em. kokonaisjärjestelmää selkeämmin maan rajojen ulkopuolella tapahtuviin kuljetuksiin eikä niinkään painota esimerkiksi tavaroiden ja materiaalien kotimaassa tapahtuvia jakelukuljetuksia. Samoin käsitteen sisältö erottuu edellä kuvatusta käsitteen laajasta sisällöstä siten, että se kattaa vain yhteiskunnan toiminnan kannalta välttämättömien tavaroiden ja materiaalien kuljettamisen (esimerkiksi polttoaineet, elintarvikkeet jne.), kun taas laajemmin ymmärrettynä käsitteen alle kuuluu kaikenlaisten tavaroiden ja materiaalien kuljettaminen, mukaan lukien esim. ylellisyystarvikkeet.

Logistisen järjestelmän katsotaan muodostuvan 1) tekniikasta ja infrastruktuurista (esim. alukset, rautatiekalusto, rataverkko ja tietojärjestelmät), 2) siinä tapahtuvasta toiminnasta (esim. tavaroiden fyysinen kuljetus, tietojen käsittely, toiminnan johtaminen ja suunnittelu) sekä 3) mukana olevista toimijoista (esim. kuljetusliikkeet, huolitsijat, varustamot ja viranomaiset). Logistiseen järjestelmään – käsitteen tämän raportin mukaisessa merkityksessä – katsotaan kuuluvan myös erilaiset varastointivaiheet (velvoitevarastointi, varmuusvarastointi).

Logistinen järjestelmä ei ole pysyvä, vaan se kehittyy ajan myötä. Tämä muutos on ennen kaikkea seurausta yleisestä elinkeinoelämässä tapahtuvasta muutoksesta. Yksi malli logistisen järjestelmän hierarkkiseksi rakenteeksi on esitetty kuvassa 2. Logistisen järjestelmän käsittemalli on laadittu, jotta voidaan arvioida elinkeinoelämän logistiikan toimintamalleja ja niiden tarvitsemia teknologioita ja tekniikkaa [1].



1. Toimintafilosofia on viitekehys, jolla tarkoitetaan koulukuntaa, oppia, teoriaa, aatetta, oppisuuntausta tai teoriaa, ilmiötä.
2. Prosessi on toisiinsa liittyvien toimintojen ja tapahtumien, toimintojen välisten tieto- ja materiaalivirtojen, toimintojen vaatimien resurssien sekä prosessin hallinnan muodostama kokonaisuus määritellyn tuloksen tuottamiseksi.
3. Toimintamalli on vaihtoehtoisten toimintatapojen joukko. Toimintamallikäsitetaso kuvaa erilaisia prosessien toteutustapoja.
4. Toiminto on tekemisen kokonaisuus. Itse fyysiset toiminnot kuvataan tapahtumatasolla.
5. Toimija on tietystä asiasta vastuussa oleva taho. Organisaation asema kuvataan roolina; peluri, toimija, osapuoli, yhteistyökumppani. Näillä on tietyt ominaisuudet kuvattavassa ilmiössä.
6. Tapahtuma on toimintoon liittyvä fyysinen ilmentymä ajassa identifioitavalla hetkellä.
7. Teknologia-käsitetaso sisältää tieteellisen tiedon soveltamista käytännöllisiin tarkoituksiin, erityisesti teollisuudessa.
8. Tekniikka on tiettyyn teknologiaan perustuva ja tiettyä infrastruktuuria hyväksikäyttävä tapa tehdä asioita.
9. Infrastruktuuri sisältää fyysiset laitteet ja välineet sekä tiedon siirtämiseen, keräämiseen ja hallintaan liittyvät laitteet ja sovellukset.

Kuva 2. Logistiikan käsitelmä. [1]

'Operaatiot'- ja 'Välineet'-tasot on purettu auki logistiikan huoltovarmuuden riskianalyysin tukemiseksi taulukon 1 mukaisesti [2].

Taulukko 1. Logistisen järjestelmän ositus.

Kuljetusketjun hallinta	Kuljetusketju	Kuljetusväylät ja solmukohdat	Henkilöresurssit
Hallintajärjestelmät	Raideliikenne (henkilö- / tavaraliikenne)	Rataverkko	Raideliikenne
Hallintaosaaminen		Tieverkko	Kuorma- ja linja-autoliikenne
Järjestelmien kehittämisen ja ylläpito	Tieliikenne (henkilö- / tavaraliikenne)	Meriväylät	VAK-kuljettajat
Tietoliikenne		Lentoväylät	Meriliikenne
Maksupalvelut ja -järjestelmät	Meriliikenne (lastialukset, säiliöalukset, autolautat)	Rahtiterminaalit ja varastot	Lentoliikenne
Kuljetusrahoitus		Satamat	
Kuljetusvakuutuspalvelut	Lentoliikenne	Lentoasemat	
Raideliikenteen ohjaus	Päivittäistavaralogistiikka		
Tiekuljetusten ohjaus	Öjylogistiikka		
Merikuljetusten ohjaus			
Lentoliikenteen ohjaus			

3.2.2 Logistinen järjestelmä ja materiaallinen huoltovarmuus

Materiaalisen huoltovarmuuden tehtävänä on turvata välttämätön materiaalien saatavuus. *Materiaalinen huoltovarmuus muodostuu materiaalien kulutuksen ja materiaalin toimituskyvyn tasapainosta* (Kuva 1). Toimituskykyyn liittyviä ongelmia voidaan jossain määrin kompensoida kulutuksen säätelyllä. Materiaalin osalta voidaan joissain tapauksissa lisäksi hyödyntää mahdollista korvattavuutta toisella materiaalilla.

Toimituskyky voidaan jakaa tekijöinä materiaalin hankittavuuteen sekä toimitusvarmuuteen eli kykyyn toimittaa materiaali kysyntää vastaavasti kulutuskohtei-

siinsa. Toimitusvarmuus rakentuu logistisen järjestelmän tuottamien kuljetuspalveluiden varaan. Toimituskykyyn liittyy myös mahdollinen materiaalin varastointi (esim. velvoite- ja varmuusvarastot). Varastoinnilla voidaan pyrkiä lieventämään materiaalin hankittavuuteen tai joidenkin toimitusvarmuuteen eli logistisen järjestelmän toimintaan liittyvien häiriöiden vaikutuksia.

Huoltovarmuusjärjestelmä hyödyntää olemassa olevaa Suomen logistista järjestelmää materiaaliseen huoltovarmuuteen. Materiaalisen huoltovarmuuden suunnittelussa tunnistetaan ennakolta eri tilanteissa edellytettävään toimitusvarmuuteen tarvittavat resurssit ja pyritään varmistamaan, että käytettävissä oleva logistinen järjestelmä on sellainen, että se kaikissa tilanteissa kykenee vaadittavaan toimitusvarmuuteen. Suunnittelussa on huomattava, että vaadittava toimitusvarmuus (yleisemmin toimituskyky) vaihtelee huoltoaloittain.

Yhteiskunnan perustoimintojen turvaamiseen liittyvien tarpeiden rinnalla sotilaallisen maanpuolustuksen tarpeet varaavat logistisen järjestelmän resursseja. Sotilaallisen maanpuolustuksen resurssitarpeet korostuvat siirryttäessä vakaviin häiriötilanteisiin ja edelleen poikkeusoloihin, jolloin enemmän resursseja tulee kyetä suuntaamaan maanpuolustustarkoituksiin.

Suomen logistinen järjestelmä on ensisijaisesti rakentunut palvelemaan elinkeinoelämän ja yhteiskunnan jokapäiväisiä tarpeita. Näin ollen logistinen järjestelmä myös toimii, kehittyy ja muuntuu ajan myötä normaalisti ennen muuta talouden ja markkinoiden tarpeiden ja pyrkimysten ohjaamana. Tämä joudutaan ottamaan huomioon logistiikan huoltovarmuuden suunnittelussa.

Logistiikka-alan varautumisessa pääpaino on asetettu merikuljetusten sekä peruselintarvikehuollon ja energihuollon vaatimien kuljetusten turvaamiseen. Infrastruktuurin ja keskeisten logististen ketjujen varmistamisen ohella kuljetuksia varaudutaan ohjaamaan viranomaisten säännöstely- ja muilla toimenpiteillä siten, että tärkeimmät kuljetukset turvataan.

Toisaalta osalla logistiikka-alan yrityksistä on myös viranomaisten asettama velvoite varautua. Varautumissuunnittelun tavoitteena on luoda edellytykset erilaisten kuljetustarpeiden ja -resurssien ohjaamiseksi poikkeusoloissa. Turvallisuuden lisäämiseksi annetut kansainväliset määräykset ohjaavat myös osaltaan

varautumista. Varautumissuunnitelma kuuluu useiden alan yritysten turvallisuusjärjestelmään ja on siten osa niiden jokapäiväistä toimintaa.

3.3 Huoltovarmuuden ja logistisen järjestelmän uhkakäsitteet

Oleellinen osa huoltovarmuutta on sitä uhkaavien tekijöiden tunnistaminen. Tämä koskee myös materiaalista huoltovarmuutta samoin kuin sen keskeisintä osatekijää – logistisen järjestelmän suorituskykyä.

Käytännössä lähtökohdan materiaallisen huoltovarmuuden ja logistisen järjestelmän suorituskyvyn uhkien tunnistamiseksi muodostavat erilaiset olemassa olevat yleiset uhkajäsentelyt, joissa kuvataan erilaisia yhteiskuntaa laaja-alaisesti koskettavia uhkia/riskejä. Tällaisia uhkajäsentelyjä on esitetty esimerkiksi vuonna 2002 julkaistussa SITRAn raportissa ”Riskien hallinta Suomessa” [3] sekä vuonna 2006 annetussa valtioneuvoston periaatepäätöksessä yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen turvaamisesta (23.11.2006) [4].

Yhteistä näille koko yhteiskuntaa tai sen merkittävää osaa koskeville uhkajäsentelyille on tietynasteinen samansisältöisyys. Esimerkiksi ”terrorismi” on tyypillisesti sellainen ilmiökokonaisuus, joka esiintyy sellaisenaan tai ainakin otsikkotasolla lähes samansisältöisenä useimmissa tämän tyyppisissä jäsentelyissä. Myös muut em. jäsentelyjen sisältämät elementit, kutsutaan niitä sitten uhkiksi tai riskeiksi, ovat enemmän tai vähemmän päällekkäisiä. Taulukossa 2 on esitetty valtioneuvoston periaatepäätöksen ja SITRAn raportin uhka-/riskijäsentelyt.

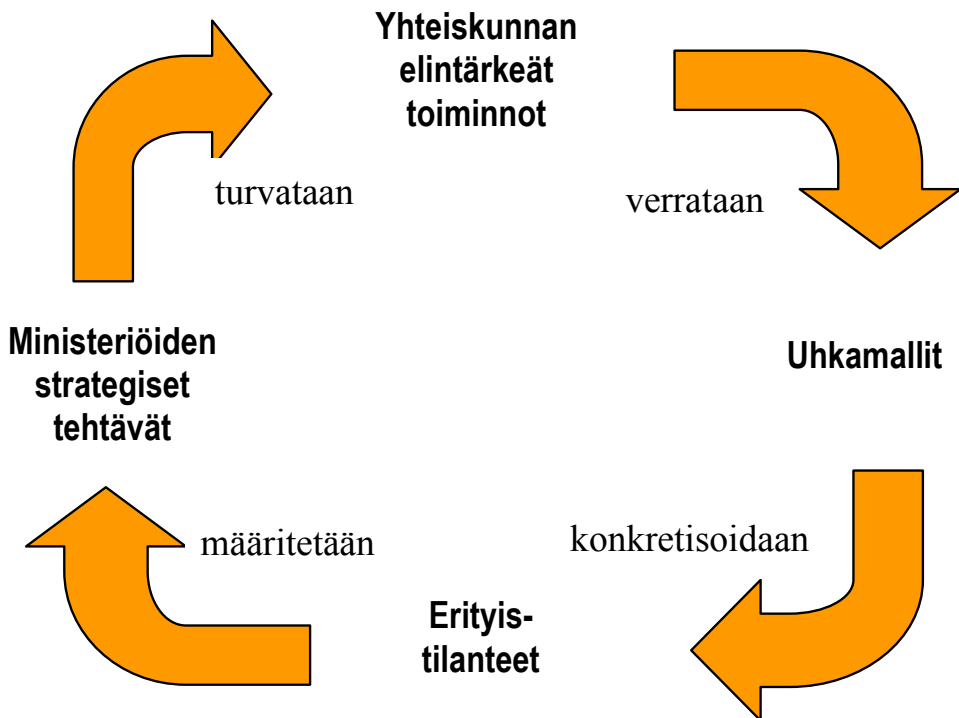
Taulukko 2. Valtioneuvoston ja SITRAn uhka-/riskijäsentely. [3, 4]

<i>Valtioneuvoston periaatepäätöksen uhkamallit</i>	<i>SITRAn raportin "riskilista"</i>
<i>Sähköisen infrastruktuurin häiriintyminen</i>	<i>Tietoturvallisuusriskit</i>
<i>Väestöliikkeisiin liittyvät uhkat</i>	<i>Kansainvälisten väestönlikkeiden mukanaan tuomat riskit</i>
	<i>Demografisten muutoksien aiheuttamat riskit</i>
<i>Väestön terveyden ja toimeentuloturvan vakava häiriintyminen</i>	<i>Terveysriskit</i>
<i>Ympäristöuhkat</i>	<i>Ympäristöriskit</i>
<i>Taloudellisen toimintakyvyn vakava häiriintyminen</i>	<i>Kansantaloudelliset riskit</i>
	<i>Energian ja materiaalien saatavuus sekä infrastruktuurin haavoittuvuus</i>
<i>Terrorismi sekä järjestäytynyt muu vakava rikollisuus</i>	<i>Rikollisuus ja terrorismi</i>
<i>Suuronnettomuudet ja luonnon aiheuttamat onnettomuudet</i>	<i>Luonnonkatastrofit</i>
<i>poliittinen, taloudellinen ja sotilaallinen painostus</i>	<i>Sotilaalliset turvallisuusriskit</i>
<i>Sotilaallisen voiman käyttö</i>	

Edellä esitetyn kaltaiset jäsentelyt muodostavat siis lähtökohdan myös materiaallisen huoltovarmuuden ja logistisen järjestelmän suorituskyvyn uhkien tunnistamiselle. Logistisen järjestelmän toimintaa uhkaavien tekijöiden tunnistamista käsitellään yksityiskohtaisemmin julkaisun luvussa 5.2. Tässä yhteydessä tuodaan esiin vain seuraava käsitteellinen yksityiskohta: Uhkamalli (YETTS, 23.11.2006)

ei kerro yksityiskohtaisesti, miten haitta aiheutuu. Se ei myöskään kerro, mihin logistisen järjestelmän osa-alueeseen ei-toivottu ilmiö kohdistuu tai esimerkiksi, minkä tyyppisen haitan aiheuttamisesta on kysymys (välivaraston tuhoaminen, kriittiseen kuljetusvaiheeseen vaikuttaminen jne.). Se käsite, jota tässä raportissa käytetään kuvaamaan ”uhan tarkempaa luonnetta”, on uhkaskenaario. Uhkaskenaariossa on siis kysymys yleisen uhkan huomattavasti yksityiskohtaisemmasta kuvaamisesta ottaen huomioon tarkasteltava konteksti. Lisää em. käsitteiden sisällöstä ja niiden välisestä suhteesta luvussa 5.1.

Kuvassa 3 on esitetty YETTSin elintärkeiden toimintojen turvaamisen periaate. Kehitettävän riskianalyysimenetelmän tulee tukea kyseisen periaatteen toteuttamista käytännössä.



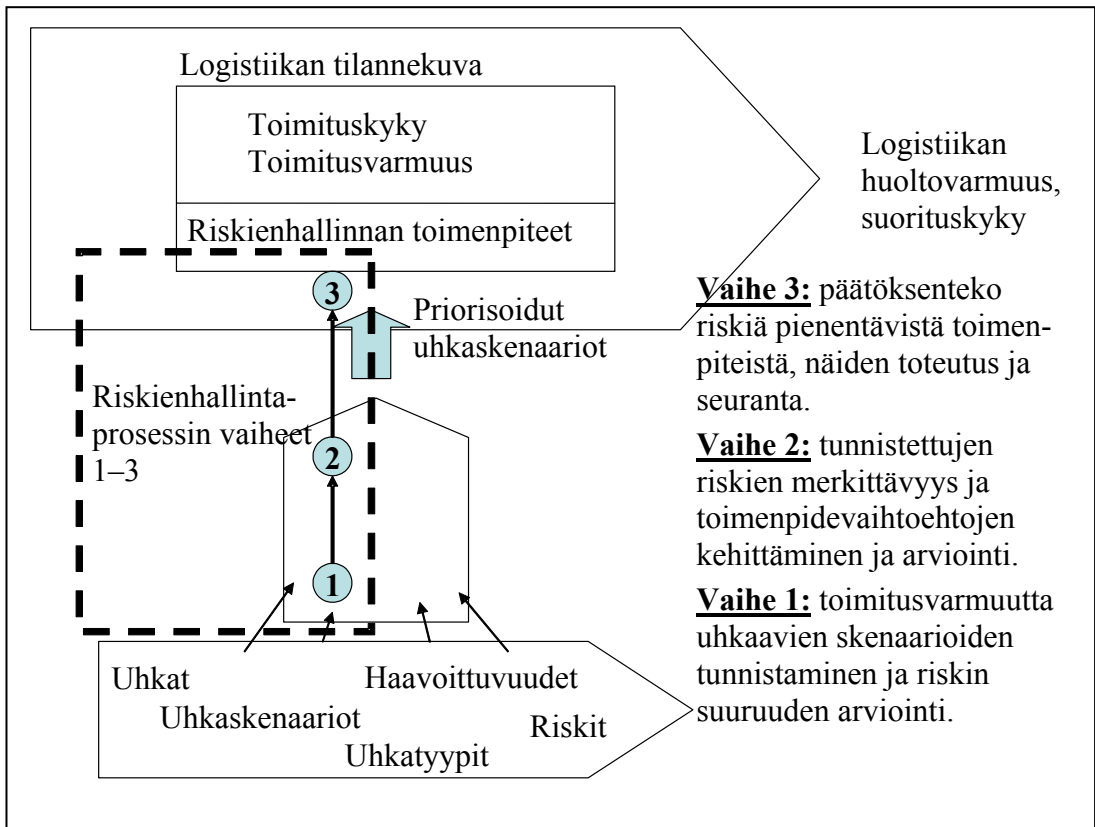
Kuva 3. YETTS: elintärkeiden toimintojen turvaamisen periaate [4].

YETTSin tunnistamista uhkista voidaan johtaa uhkia ja erityistilanteita, jotka ovat erityisen kiinnostavia Suomen logistiikan huoltovarmuuden kannalta:

- Sähköisen infrastruktuurin häiriintyminen
 - Yleisiin tieto- ja viestintäjärjestelmiin kohdistunut laaja tuho tai toimintahäiriö
 - Tieto- ja viestintäjärjestelmiin kohdistunut laaja tuho tai toimintahäiriö
 - Energiaverkon suurhäiriö
- Taloudellisen toimintakyvyn vakava häiriintyminen
 - Ulkomaankaupan häiriintyminen
 - Merikuljetusten häiriintyminen
 - Sähkön ja tuontipolttoaineiden saantihäiriö
 - Kriittisten raaka-aineiden tai tuotannontekijöiden saantihäiriöt
 - Päivittäistavaranhuollon vakava häiriintyminen
- Suuronnettomuudet ja luonnon aiheuttamat onnettomuudet
 - Vakava vaarallisten aineiden onnettomuus
 - Räjähdykset, tulipalo tai muu vakava teko tai onnettomuus
- Ympäristöuhkat
 - Öljy- ja kemikaalikuljetuksen onnettomuus meri- ja sisävesialueella
- Terrorismi sekä järjestäytynyt ja muu vakava rikollisuus
 - Terrori-isku tai sen konkreettinen uhka
 - Yrityksiin kohdistuvat vakavat rikokset tai niillä uhkaaminen
- Poliittinen, taloudellinen ja sotilaallinen painostus
 - Maa-, meri- ja ilmaliikenteen sekä tietoliikenteen häirintä
 - Ydinvoimaloiden ja muiden energialähteiden vahingoittaminen
 - Energiatoimitusten katkaiseminen
 - Sähköisen kaupankäynnin ja rahaliikenteen lamauttaminen
 - Tietojärjestelmien häirintä

4. Logistiikan huoltovarmuuden riskienhallinta

Tässä luvussa määritellään huoltovarmuuden turvaamiseen liittyvää riskienhallinnan prosessia yleisellä tasolla. Huoltovarmuuden riskienhallinnan prosessi kattaa useita vaiheita, ja riskianalyysimenetelmää käytetään prosessin alkuvaiheissa. Lisäksi huoltovarmuuden riskienhallinnan prosessia on rajattu, jotta riskianalyysin kohteena on logistisen järjestelmän toimitusvarmuus. Riskienhallinnan tarkoituksena on päivittää riskienhallinnan toimenpiteet muuttuvassa maailmassa keskittäen valmiussuunnittelun varat kehityskohtiin, jotka vastaavat parasta käytettävissä olevaa uhkatietämystä.



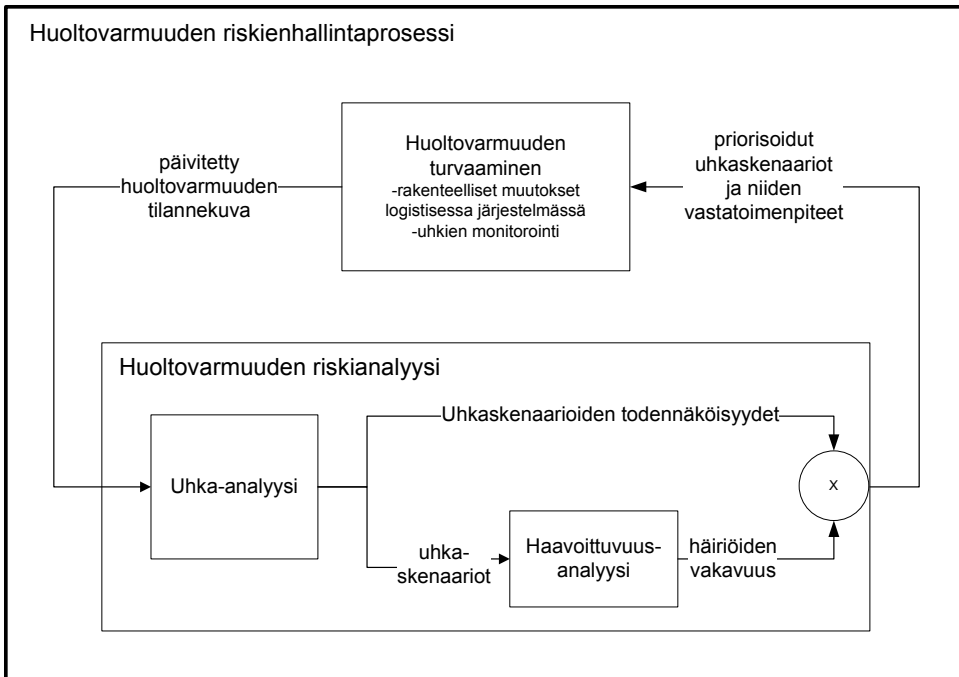
4.1 Huoltovarmuuden riskienhallintaprosessi

Yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen ja huoltovarmuuden turvaamiseen tähtävällä riskienhallintaprosessilla tarkoitetaan sellaista yleisen riskienhallintaprosessin [10] mukaista kokonaisuutta, jonka tavoitteena on osaltaan tukea oikeiden riskienhallinnan toimenpiteiden määrittelyä ja priorisointia.

Huoltovarmuuden riskienhallintaprosessi koostuu yleisellä tasolla

1. Huoltovarmuuden ylläpitoa uhkaavien tekijöiden ja tapahtumien tunnistamisesta ja niihin liittyvän riskin suuruuden arvioimisesta sekä uhkaskenaarioiden priorisoinnista
2. Huoltovarmuuden turvaamiseksi tarvittavien riskiä pienentävien toimenpidevaihtoehtojen kehittamisestä ja parannustoimenpiteiden tehokkuuden arvioinnista
3. Toimenpiteistä päättämisestä, toimenpiteiden toteuttamisesta ja niiden vaikuttavuuden seurannasta.

Huoltovarmuuden riskianalyysimenetelmä edustaa huoltovarmuuden riskienhallintaprosessin kahta ensimmäistä vaihetta. Riskienhallinnan ja riskianalyysimenetelmän suhdetta sekä näiden merkitystä huoltovarmuuden hallinnassa esittää kuva 4.



Kuva 4. Huoltovarmuuden riskienhallinnan periaatekuva.

Riskienhallintaprosessi on tarkoitettu jatkuvaksi. Toisin sanoen huoltovarmuuteen liittyvien riskien analysointi päivitetään asiantuntijoiden voimin sopivin väliajoin, esimerkiksi kahden vuoden välein. Näin taataan

1. Edellisten riskienhallintatoimenpiteiden päätösten toteutuksen seuranta
2. Resurssien tarpeellinen uudelleenohjaus uhkamaailman mahdollisesti muututtua
3. Riskianalyysimenetelmän kehittäminen ja riskitietoisien huoltovarmuusajattelun kehittäminen huoltovarmuusjärjestelmän suunnittelijoiden ja toimijoiden piirissä.

Riskienhallintaprosessiin osallistuvat keskeiset tahot ovat Huoltovarmuuskeskus, PTS, liikenne- ja viestintäministeriö, puolustusvoimat sekä muut mahdolliset Suomen yhteiskunnan viranomaistahot, jotka vastaavat yhteiskunnan huoltovarmuudesta sekä koordinoivat ja ohjaavat yhteiskunnan logistisen järjestelmän huoltovarmuutta.

Seuraavassa keskitytään logistiseen järjestelmään liittyvien riskien analysointiin ja käytetään käsitteitä *logistiikan huoltovarmuuden riskienhallinta* ja *logistiikan huoltovarmuuden riskianalyysi* kuvaamaan huoltovarmuuden riskien tarkastelua logistiseen järjestelmään kohdistuvien riskien näkökulmasta. Näin ollen logistiikan huoltovarmuuden riskianalyysin tavoitteena on tunnistaa logistista järjestelmää ja sitä kautta yhteiskunnan huoltovarmuutta uhkaavia tekijöitä, määrittää konkreettisia uhkaskenaarioita, kuvata häiriöitä ja niiden etenemistä ja vaikutusta huoltovarmuuteen, määrittää riskejä ja riskienhallinnan toimenpiteitä sekä priorisoida nämä.

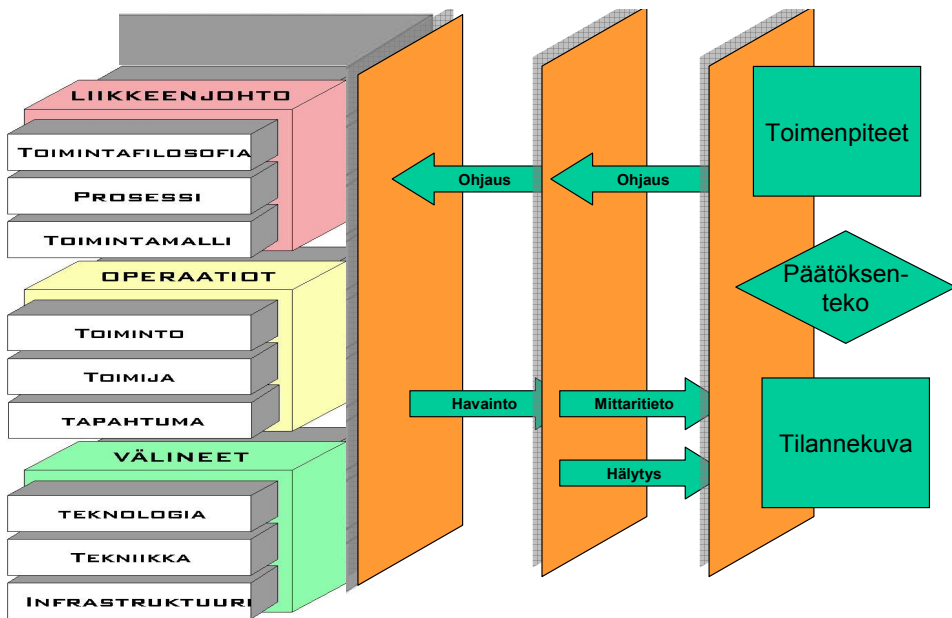
Logistiikan huoltovarmuuden riskienhallinnan toimenpiteet voidaan yleisellä tasolla luokitella seuraavasti:

1. *rakenteelliset muutokset logistisessa järjestelmässä* (sopimukset, infrastruktuurin kehittäminen, tekninen redundanssi) ja niiden ajoitus
2. *uhkien monitorointi* ”apumittarien” avulla uhkatekijöiden ajallisen kehityksen seurantaan jatkotoimenpiteiden tarpeen tunnistamiseksi.

Parannustoimenpiteet voidaan myös jaotella sen mukaan, ovatko ne vanhojen, jo meneillään olevien riskienhallinnantoimenpiteiden tehostamista, uudelleensuuntaamista tai uusia riskienhallinnan toimenpiteitä. Nykyisiin tunnistettuihin uhkiin on osin varauduttu PTS:n kuljetuslogistiikkasektorin ja sen ohjauksessa toimivien poolien puitteissa.

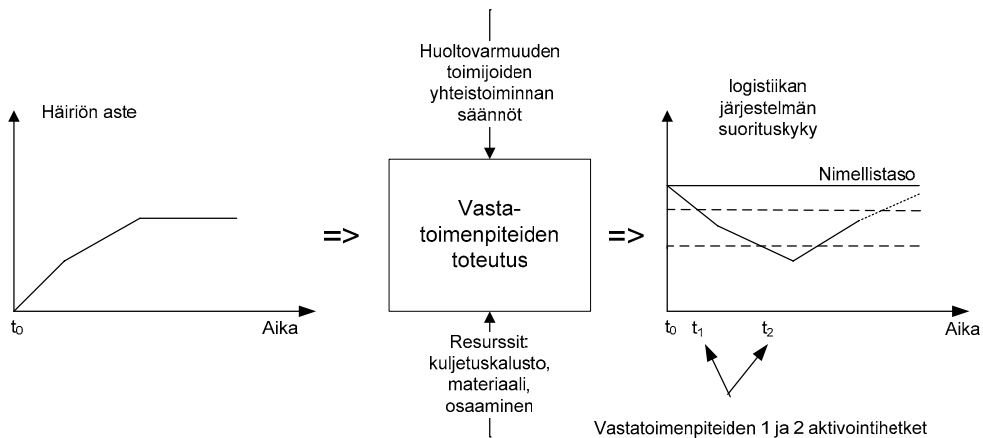
4.2 Logistisen järjestelmän monitorointi ja ohjaus

Huoltovarmuuden ylläpitämiseksi tilanteessa, jossa uhka on realisoitunut häiriöksi logistisessa järjestelmässä, on varauduttava vastatoimenpiteillä, joita voidaan ryhmitellä voimakkuuden perusteella eri toimenpidetasoihin. Käytännössä tämä tarkoittaa, että mitä vakavammaksi häiriö huoltovarmuudelle osoittautuu, sitä laajemmin verkottunutta yhteistoimintaa tarvitaan huoltovarmuustason ylläpitämiseksi ja sitä laajemmin se kohdistuu logistisen järjestelmän eri tasoihin. Keskeistä tarvittavan toimenpidetason arvioimiseksi häiriön vaikutusten torjumiseksi on logistisen järjestelmän monitorointi. Logistisen järjestelmän, siihen liittyvän monitoroinnin (havaitseminen, mittaus, hälytys) ja ohjauksen periaate voidaan esittää kuvan 5 mukaisesti.



Kuva 5. Logistisen järjestelmän monitoroinnin ja ohjauksen periaate (mukailtu [1], [5]).

Monitoroinnin kohteena ovat logistisen järjestelmän eri tasot, joista kerätään havaintoja ja mittaritietoa ja saadaan hälytyksiä ajantasaisen tilannekuvan muodostamiseksi. Tilannekuvan perusteella aktivoidaan eritasoisia toimenpiteitä, joiden tavoitteena on ylläpitää logistisen järjestelmän suorituskyky (toimitusvarmuus). Toimenpiteiden aktivointi häiriön voimakkuuden monitoroinnin perusteella voidaan havainnollistaa kuvan 6 mukaisesti. Kunkin toimenpiteen aktivointi toteutetaan valmiussuunnitelmien mukaisesti. Näiden tavoitteena on ylläpitää logistiikan huoltovarmuuden suorituskyky koko häiriön keston ajan tai jatkuvasta häiriöstä huolimatta.



Kuva 6. Vastatoimenpiteiden aktivointi logistisen järjestelmän suorituskyvyn ylläpitämiseksi.

Logistiikan huoltovarmuuden riskianalyysin yhtenä tavoitteena on tunnistaa keskeiset uhat, joiden varalta on syytä sopia vastatoimenpiteistä. Nämä ovat luonteeltaan ennaltaehkäiseviä (pienentävät uhan toteutumistodennäköisyyttä), lieventäviä (pienentävät häiriön seurausten vakavuutta) tai ennakoivia (heikkojen signaalien etsintä). Periaatteessa toimenpiteiden arvo on korkeintaan sen verran kuin niillä saavutetaan säästöä pienempinä häiriökustannuksina.

5. Logistisen järjestelmän riskianalyysimenetelmä

Tässä luvussa syvennetään ja tarkennetaan kehitettyä riskianalyysimenetelmää. Luvussa kuvataan

- *riskianalyysimenetelmän keskeiset käsitteet (arkkitehtuurikuvaus)*
- *uhka-analyysin vaiheet*
- *haavoittuvuusanalyysi*
- *riskin estimointi*
- *riskianalyysitulosten esitystapa sekä*
- *toteutuksen tukimateriaali.*

5.1 Riskianalyysimenetelmän käsitelmä

Tässä työssä kehitettävään logistisen järjestelmän riskianalyysimenetelmään ja riskien analysointiin ja arviointiin yleisemminkin liittyviä keskeisiä käsitteitä ja niiden keskinäisiä riippuvuuksia on hahmoteltu käsitelmän muodossa (kuva 7).

Käsitelmä on laadittu jäsentämään ja tukemaan riskianalyysimenetelmän kehittämistä ja seuraavissa luvuissa esitettyä yksityiskohtaista menetelmäkuvausta. Käsitelmään perustuva, muiden Suomen logistiikkaan liittyvien tutkimusprojektien kanssa yhtenäinen kuvaustapa helpottaa ja tukee myös riskianalyysin konseptin ja prosessin liittämistä osaksi laajempia logistiikkajärjestelmän arkkitehtuurikuvauksia.

Riskianalyysissa tarkasteltava kohde muodostuu logistisesta järjestelmästä, siihen liittyvistä muista järjestelmistä ja järjestelmän ulkoisesta toimintaympäristöstä. *Logistinen järjestelmä* tarkoittaa tässä tiettyyn käyttötarkoitukseen liittyvää ilmentymää Suomen logistisesta järjestelmästä. Logistinen järjestelmä muodostuu useista järjestelmäosista. Erityyppisinä järjestelmäosina voidaan erottaa esim. liikkeenjohtoon, operaatioihin ja välineisiin liittyvät järjestelmän osat [1].

Liittyvät järjestelmät ovat tarkasteltavan logistisen järjestelmän toimintaan liittyviä muita järjestelmiä, joita logistinen järjestelmä hyödyntää toiminnassaan,

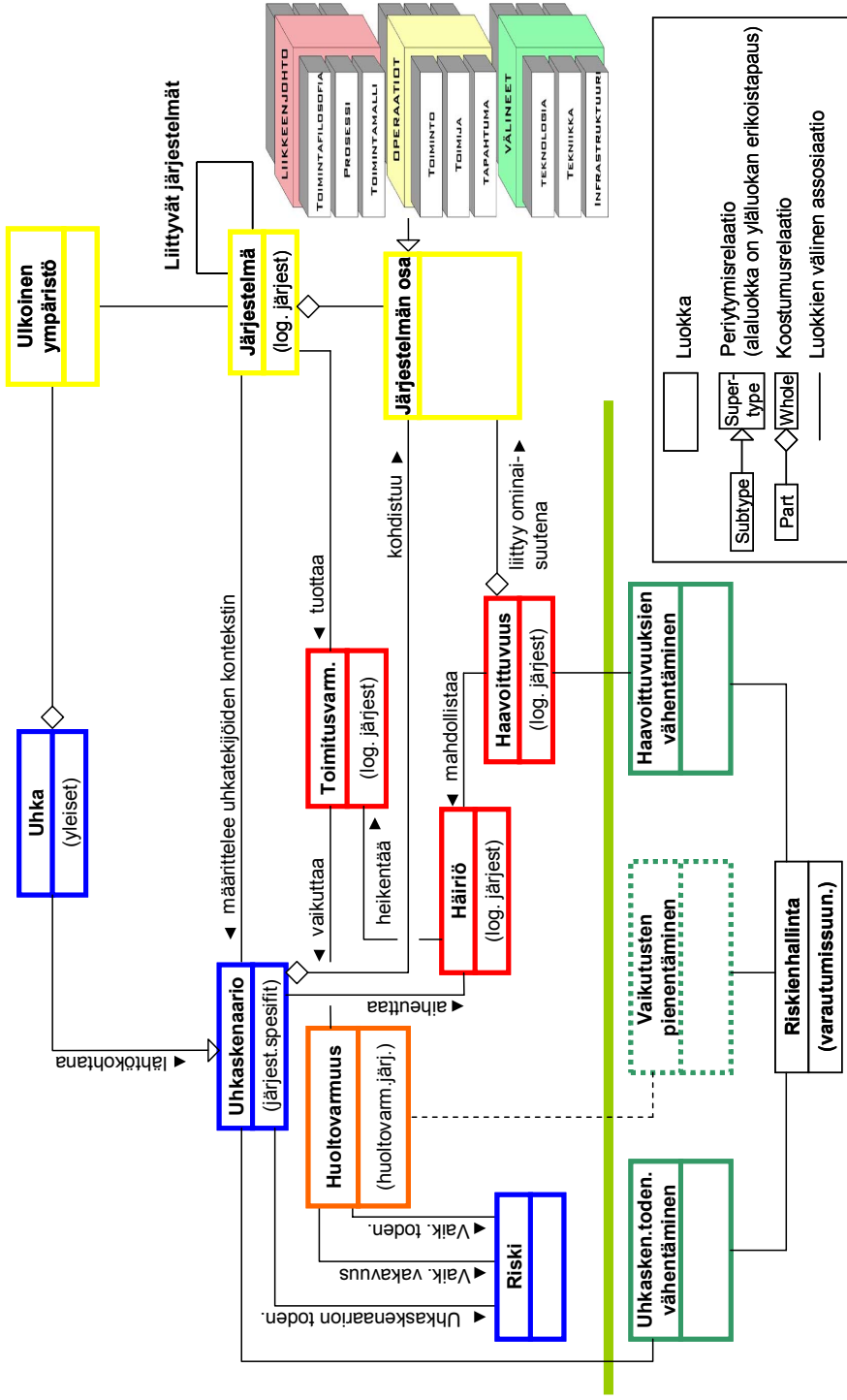
mutta joilla on tämän ohella muitakin hyödyntäjiä. Liittyviä järjestelmiä ovat esim. logistisen järjestelmän toiminnan kannalta välttämättömät energiaverkot, tietoverkot, tietojärjestelmät, rahoitustoiminta ja maksuliikenne.

Ulkoinen ympäristö tarkoittaa fyysistä, taloudellista ja poliittista ympäristöä, jossa tarkasteltava logistinen järjestelmä toimii, mukaan lukien sellaiset ympäröivät järjestelmät, joiden ei ole tarkoitettu millään tavalla liittyvän tarkasteltavan logistisen järjestelmän toimintaan.

Uhkak ovat yleisesti tunnistettuja ja kuvattuja mahdollisia tapahtumaketjuja, joiden katsotaan voivan toteutuessaan vaikuttaa haitallisesti Suomen logistiseen järjestelmään ja sen toimintaan. Uhkak ovat lähtöisin järjestelmän sisältä (esim. kalustovauriot, onnettomuudet), liittyvistä järjestelmistä (esim. tietoverkon häiriötila) tai järjestelmän ulkoisesta toimintaympäristöstä (esim. maanjäristys, talouskriisi). Uhkak voidaan haluttaessa jaotella edelleen uhkaluokkiin, joita ovat esim. luonnonilmiöt, poliittiset, taloudelliset ja rakenteelliset uhkak, tuottamukselliset vahingoittamiset, vahingot ja onnettomuudet.

Uhkaskenaariot kuvaavat tarkasteltavan logistisen järjestelmän näkökulmasta konkreettisesti erilaisten uhkien mahdollisia toteutumistapoja (esim. kuka, mitä, millä keinoin, milloin, mihin kohdistuu). Uhkaskenaario määrittelee järjestelmän osan tai osat, joihin uhka mahdollisesti toteutuessaan häiriönä vaikuttaa. Uhkaskenaarioon liittyy myös arvio sen toteutumisen todennäköisyydestä valitulla aikavälillä. Uhkaskenaarioita määritellään ja parametrisoidaan *uhka-analyysissä* (ks. luku 5.2).

Uhkaskenaariot ja voivat toteutuessaan aiheuttaa *häiriöitä* järjestelmän toiminnalle. Häiriöt voivat heikentää logistisen järjestelmän suorituskykyä ja vaikuttaa tätä kautta haitallisesti tavoitellun huoltovarmuuden tason saavuttamiseen. Uhkaskenaarioiden häiriövaikutuksia logistiikkajärjestelmään ja sen suorituskykyyn sekä saavutettavaan huoltovarmuuden tasoon tarkastellaan *haavoittuvuusanalyysissä* (ks. luku 5.3).



Kuva 7. Riskianalyysimenetelmän käsitelmä.

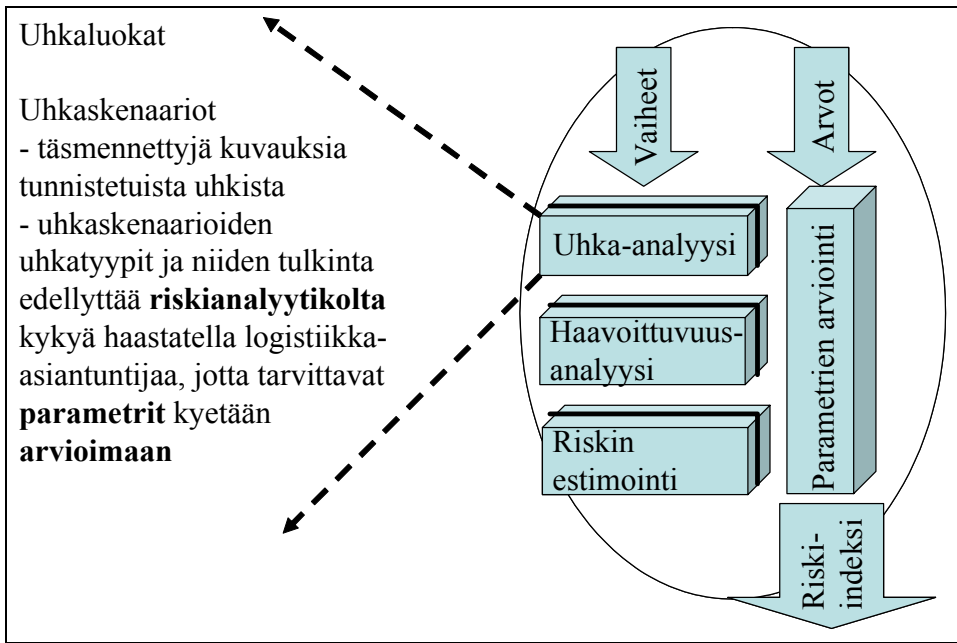
Haavoittuvuudet ovat sellaisia logistiseen järjestelmään liittyviä ominaisuuksia, joiden johdosta logistinen järjestelmä on altis uhkaskenaarioihin liittyville häiriöille. Haavoittuvuudet liittyvät myös logistisen järjestelmän kykyyn *toipua* erilaisista häiriötilanteista. Haavoittuvuudet riippuvat logistisen järjestelmän toteutustavasta (rakenteesta) sekä toimintojen joustavuudesta (automaattinen järjestelyvara ja varajärjestely/varautuminen). Nämä voivat muuttua järjestelmän muuttuessa sen elinkaaren aikana. Myös tietyt uhkaskenaariot voivat toteutuessaan aiheuttaa logistisessa järjestelmässä sellaisia muutoksia, jotka tekevät järjestelmän aiempaa haavoittuvaisemmaksi muille uhkaskenaarioille.

Riski kuvaa uhkaskenaariosta logistiseen järjestelmään liittyvien haavoittuvuuk-sien takia aiheutuvaa, halutun/tavoitellun huoltovarmuuden tason ylläpitämiseen kohdistuvan uhkan suuruutta. Riski määräytyy uhkaskenaarion toteutumisen todennäköisyyden ja häiriön vakavuuden todennäköisyysjakauman perusteella. Vakavuuden aste on ilmaistavissa teknisen (fysikaalisen) suureen mittaustasona tai subjektiivisena, abstraktina haittatasona. *Riskin estimointia* tarkastellaan luvussa 5.4. Uhkaskenaarioita voidaan *priorisoida* niihin analyysin perusteella liitettävän riskin suuruuden perusteella. Uhkaskenaarioiden ja niihin liittyvien riskienhallinnan toimenpiteiden arviointia ja priorisointia tarkastellaan *riskiana-lyysissa* (ks. luku 5 ja 4).

Riskienhallinnan keinoina käsitelmä erottelee: 1) uhkaskenaarion toteutumisen todennäköisyyden vähentämisen, 2) logistisen järjestelmän haavoittuvuuden vähentämisen ja 3) huoltovarmuuteen kohdistuvien haitallisten vaikutusten pienentämisen. Logistiikkajärjestelmän toimitusvarmuus voidaan monin keinoin tehdä vähemmän haavoittuvaksi uhkaskenaarion mahdollisille häiriövaikutuksille. Lisäksi voidaan varmistamalla materiaalin hankittavuutta ja/tai säännöstelemällä kulutusta vielä parantaa materiaalista huoltovarmuutta (ei tämän tutkimuksen pääkohde). Uhkaskenaarioiden toteutumisen todennäköisyyden vähentämiseksi käytettävissä oleva keinovalikoima lienee olennaisesti vähäisempi.

Kuvauksia keskeisimmistä käsitteistä on esitetty myös julkaisun alussa luvussa Käsitteet.

5.2 Uhka-analyysi: uhkien ja uhkaskenaarioiden kuvaukset



5.2.1 Uhkaluokat

Logistiseen järjestelmään kohdistuvat uhkat voidaan luokitella *uhkaluokkiin* seuraavasti [6]:

- Rakenteelliset muutokset (politiikka, talous)
- Tuottamukselliset vahingoittamiset
- Luonnonilmiöt
- Viat, vahingot ja onnettomuudet.

Uhkaluokat on määritelty tarkemmin taulukossa 3.

Taulukko 3. Uhkaluokkien määritelmiä.

Uhkaluokka	Määritelmä	Esimerkki
<i>Rakenteelliset muutokset</i>	<i>Normaaliolosuhteissa tapahtuvat muutokset liiketoiminnassa, teknologioissa, infrastruktuurissa ja säädöksissä. Muutosvoimina ovat yhteiskunnan ja päättäjien arvomaailma (näkemykset mahdollisuuksista ja riskeistä ja tämän perusteella tehtävät päätökset).</i>	<i>Ulkoistukset (alihankintaverkon laajeneminen) Riippuvuus satelliittinavigoinnista. EU:n rekkasäädökset.</i>
<i>Tuottamuksellinen vahingoittaminen</i>	<i>Ihmisiin ja omaisuuteen kohdistuva vahingonteko tai sillä uhkaaminen, jonkin tavoitteen (yleensä poliittinen, uskonnollinen tai ideologinen) saavuttamiseksi.</i>	<i>Hedelmälastin (väitetty) myrkyttäminen Kylkimiinan kiinnittäminen säiliölaivaan sukeltajan avulla. Tietoverkon rikollinen ylikuormitus.</i>
<i>Luonnonilmiöt</i>	<i>Fysikaalinen tai biologinen tapahtuma, joka ei ole ihmisen keinotekoisesti aiheuttama. Luonnonilmiö voi äärimuodossaan aiheuttaa tilanteen, jossa ihmisen suunnitteleman järjestelmän turvallisen ja taloudellisen käytön ehdot eivät ole voimassa.</i>	<i>Myrsky merellä Tulva Liukas keli</i>
<i>Viat, vahingot ja onnettomuudet</i>	<i>Suunniteltu järjestelmä ei ole vikaantumaton, vaikka turvallisuutta ja toimintavarmuutta huomioivia suunnitteluperiaatteita noudatettaisiinkin. Vian sattuessa sen seurauksena voi esiintyä henkilö-, omaisuus- ja ympäristövahinkoja.</i>	<i>Ohjelmointivirhe logistiikan ohjausjärjestelmässä Karille ajo Lento-onnettomuus</i>

Uhkaluokat ovat mahdollisia lähtökohtia uhkaskenaarioiden laatimiselle. Pyrkimyksenä on tukea uhkaskenaarioiden laatijoita siten, että uhkaskenaarioluettelosta tulee kattava sisältäen yhtenäisellä kuvaustavalla laadittuja uhkaskenaarioita. Uhkaluokitusta voidaan yhä tarkentaa liittämällä uhkan kuvaukseen kuvaus logistisen järjestelmän osasta/tasosta, jossa häiriö ensisijaisesti esiintyy [11].

5.2.2 Uhkaskenaariot

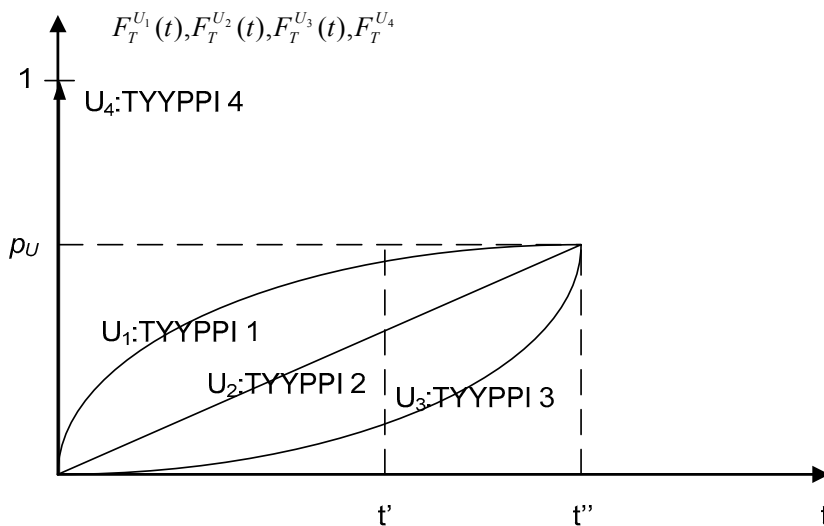
Uhkaskenaariot ovat täsmennettyjä kuvauksia tunnistetuista uhkista. Täsmennyksellä tarkoitetaan sitä, että uhkatyyppin kuvaukseen lisätään määritys uhan kohdistumisesta *todelliseen* logistiikkajärjestelmään. Lisäksi uhkaskenaarioita on tarkasteltava logistiikan huoltovarmuuden hallinnan kannalta mielekkäiden investointijaksojen (tarkastelujaksojen) puitteissa. Voidaan ajatella, että logistiikan huoltovarmuuden parantamiseen tähtäävät investointipäätökset voidaan jakaa esimerkiksi lyhyen ja pitkän tähtäimen investointijaksoihin. Uhkaskenaarioilla voi olla erilainen merkitys näiden jaksojen kannalta arvioituina. Uhkaskenaarioiden määrittämisessä on vastattava seuraaviin kysymyksiin:

- Mikä on uhkaskenaarion tarkastelujakso?
- Mikä logistiikkajärjestelmän inhimillinen tai tekninen toiminto tai tukitoiminto on häiriön kohteena?
- Mitkä tekijät vaikuttavat uhkaskenaarion toteutumiseen?
- Onko odotettavissa, että toteutumisajankohta sijoittuu johonkin tiettyyn aikaosaväliin tarkastelujakson sisällä? Vai onko häiriö jo vaikuttamassa ("tilanne päällä")? Mikä on uhkaskenaarion uhkatyyppi?

Uhkaskenaarioiden erilaiset uhkatyyppit voidaan määrittää uhan toteutumisajan todennäköisyyttä kuvaavan kertymäfunktion perusteella. Kertymäfunktio edellyttää tarkastelujakson t määrittämisen. Kolme perustyyppiä on kuvattu taulukossa 4 ja kuvassa 8.

Taulukko 4. Uhkaskenaarioiden uhkatyypit ja niiden tulkinta.

Uhkatyyppi	Tulkinta
Tyyppi 1	Uhan toteutuminen lähitulevaisuudessa on todennäköisempää kuin tarkastelujakson loppupuolella
Tyyppi 2	Uhan toteutuminen on yhtä todennäköistä kaikissa tarkastelujakson osaväleissä
Tyyppi 3	Uhan toteutuminen on lähitulevaisuudessa epätodennäköisempää kuin tarkastelujakson loppupuolella
Tyyppi 4	Uhkaskenaario vaikuttaa järjestelmän toimintoihin tällä hetkellä ("tilanne päällä")



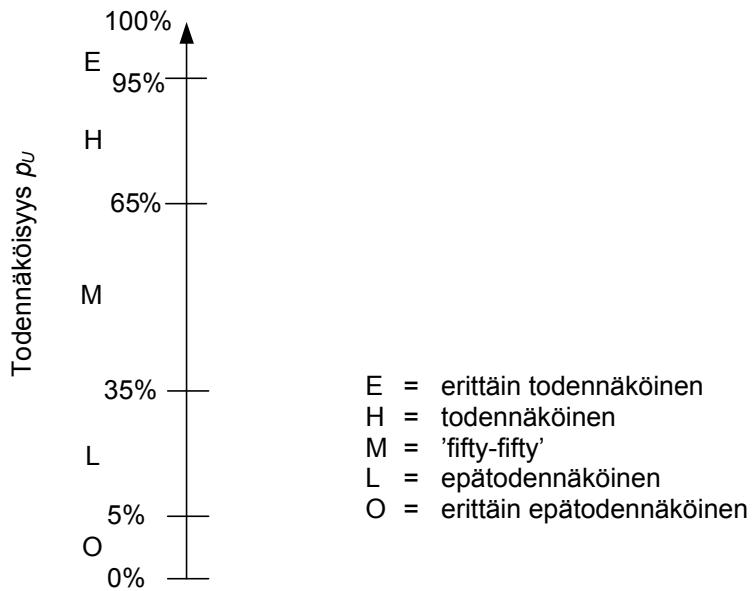
Kuva 8. Uhkatyypit ja näitä vastaavat toteutumisaajan kertymäfunktiot. Tarkastelujaksoon t' mennessä uhkaskenaarion U_1 toteutuminen on todennäköisempää kuin uhkaskenaarion U_2 , jonka toteutuminen on todennäköisempää kuin uhkaskenaarion U_3 . Todennäköisyydet ovat pienempiä kuin p_U . Tarkastelujaksoon t'' mennessä uhkaskenaariot U_1 , U_2 ja U_3 ovat toteutuneet samalla todennäköisyydellä p_U . Uhkaskenaario U_4 ei ole varsinaisesti uhka, vaan häiriö, joka on piilevänä logistisessa järjestelmässä (mahdollisia oireita voidaan monitoroida, mutta suorituskykyyn häiriö ei vielä vaikuta).

Uhka-analyysissä on periaatteessa määriteltävä jokaisen uhkaskenaarion osalta uhkaskenaarion tarkastelujakso t , uhkatyyppi sekä todennäköisyysparametri p_U . Voidaan kuitenkin olettaa, että lähinnä tyypit 2 ja 4 tulevat kyseeseen. On huomattava, että mikäli uhkaskenaariota tarkastellaan eripituisten tarkastelujaksojen puitteissa, riskianalyysin tuloksia on arvioitava erikseen tarkastelujaksoluokittain, esim. 5–10 vuotta, 10–20 vuotta, > 20 vuotta. (Huom. Todennäköisyyden $1-p_U$ tulkinta: todennäköisyys, että uhkaskenaario ei toteudu tarkastelujakson aikana).

Uhka-analyysin käytännön toteutuksessa riskianalyttikko haastattelee logistiikan asiantuntijaa, joka määrittelee haluamansa uhkaskenaarion lähtien annetusta uhkakuokasta. Asiantuntijakohtaisella haastattelulla varmistetaan, että uhkaskenaarioiden kirjo on laaja: jokaisen asiantuntijan näkemykset uhkaskenaarioista huomioidaan ja dokumentoidaan. Asiantuntijoiden kokemus määrää, kuinka kattavasti määritellyt uhkaskenaariot paljastavat järjestelmän haavoittuvuuden.

Uhka-analyysin tukena voidaan käyttää kuvan 2 geneeristä logistisen järjestelmän käsitettä sekä taulukon 1 logistisen järjestelmän operatiivisen tason ja välinetason ositusta.

Uhkaskenaarion todennäköisyysarvion p_U tueksi on laadittu kuvan 9 mukainen todennäköisyysasteikko. Asiantuntija pyrkii antamaan parhaan arvionsa mukaan todennäköisyysluvun asteikolta. Esimerkiksi asiantuntija voi pitää todennäköisyysluokkaa L realistisena, jolloin luokan keskilukua 0.20 (= 20 %) voidaan käyttää riskin laskennassa.

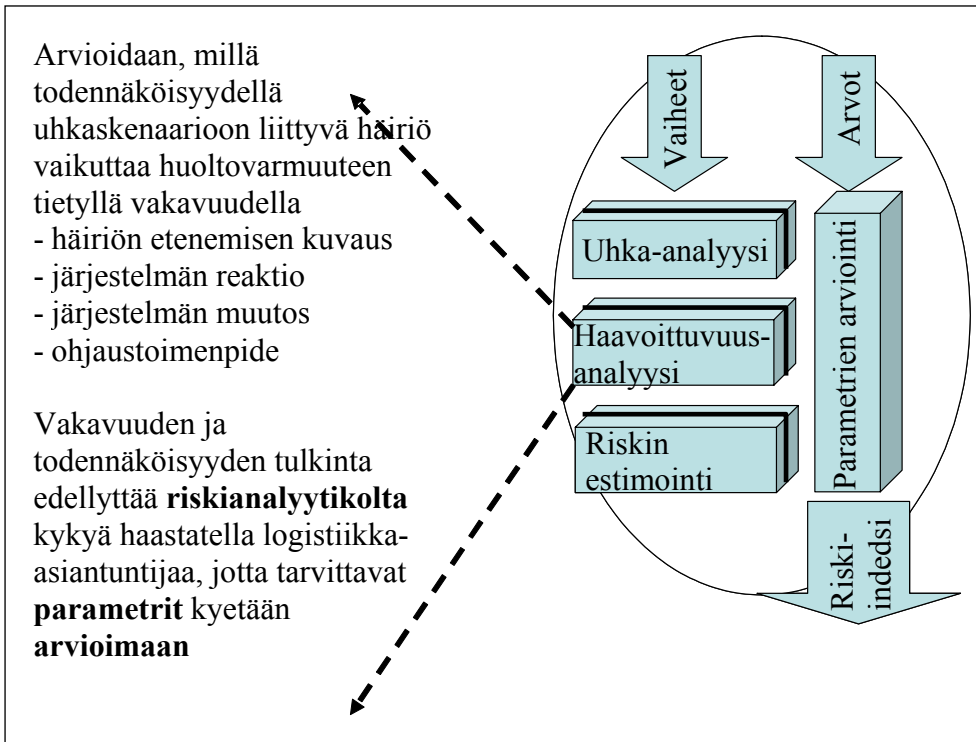


Kuva 9. Uhka-analyysin todennäköisyysasteikko.

Uhka-analyysin lopuksi logistiikan asiantuntija esittää mielipiteensä toimenpiteistä, joilla voidaan

- i) pienentää uhkaskenaarion toteutumisen todennäköisyyttä (kyseeseen voi tulla kannuste- tai sanktiojärjestelmien rakentaminen osaksi nykyistä logistista järjestelmää)
- ii) monitoroida uhkatekijöiden muuntuvuutta (heikkojen signaalien tunnistaminen).

5.3 Haavoittuvuusanalyysi: häiriöiden vakavuus



5.3.1 Haavoittuvuusanalyysin tavoite ja periaate

Haavoittuvuusanalyysin tavoitteena on kuvata

1. Häiriön vaikutuksia logistisen järjestelmän suorituskykyyn ja logistiikan huoltovarmuuteen
2. Nykyistä varautumista uhkaskenaarion toteutumiseen
3. Parannustoimenpiteitä.

Haavoittuvuuden kuvauksessa kuvataan häiriön eteneminen konkreettisenä ilmiönä logistisessa järjestelmässä hyödyntäen olemassa olevaa käsitteistöä toimituksista, toiminnoista ja teknisistä järjestelmistä. Häiriöiden vakavuus logistiikan huoltovarmuuden suhteen määräytyy logistisen järjestelmän toimitusvarmuuden perustekijöiden kautta. Nämä perustekijät ovat:

- Käytettävyysredundanssi
- Kapasiteettiredundanssi
- Hallittavuus Suomesta
- Varautumissuunnitelma
- Turvajärjestelyt.

Logistinen järjestelmän haavoittuvuus riippuu siitä, millä tasolla edellä mainitut tekijät ovat.

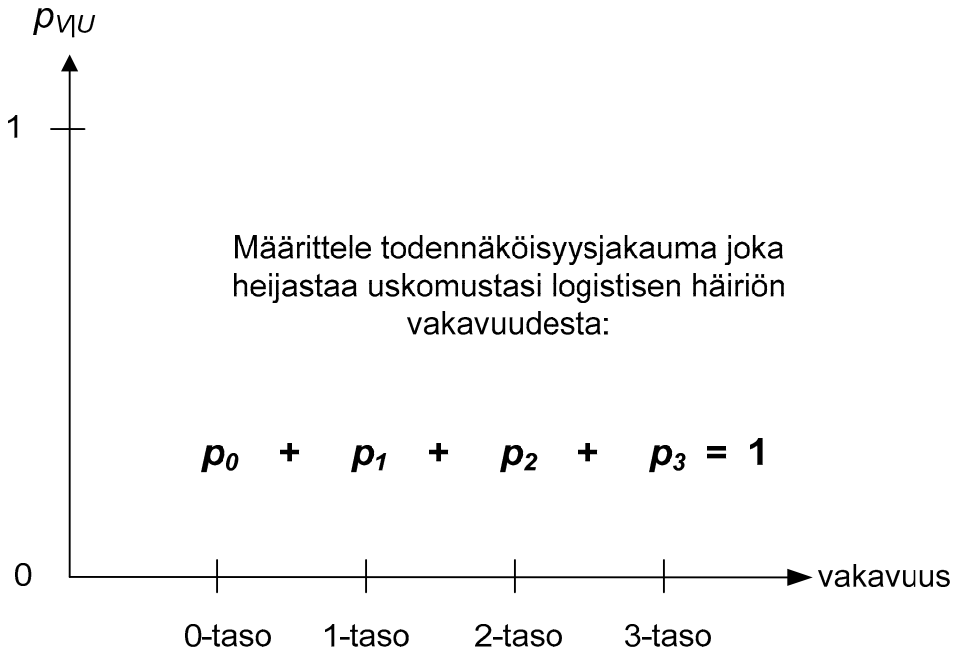
Haavoittuvuusanalyysin keskeinen kysymys on: *Kuinka todennäköisin seurauksin uhkaskenaarioon liittyvä häiriö vaikuttaa logistiikan huoltovarmuuteen, kun otetaan huomioon nykyvarautuminen?*

Vakavuutta voidaan arvioida suoralla tai epäsuoralla mittauksella. Suora mittaus edellyttää fysikaalista mitta-asteikkoa, jonka mukaan asiantuntijat antavat arviot tai jolle on konstruoitu mittari. Epäsuora mittaus voidaan määrittää häiriön seurausten torjumiseksi aktivoitavien toimenpiteiden perusteella. Tässä tapauksessa ajatellaan, että asiantuntijoilla on ennakkokäsitys vakavuudesta, johon häiriö johtaa, mikäli ei ryhdytä vastatoimenpiteeseen, jonka tason on korreloitava arvioidun vakavuuden kanssa. Julkaisussa sovelletaan epäsuoraa mittaustapaa eli kysytään häiriöstä toipumiseen vaadittavaa toimenpiteen tasoa (toimenpidetaso). Oletetaan lisäksi, että epäsuorassa mittauksessa asiantuntijoiden arviot ”kalibroituivat” helpommin eli systemaattinen mittausvirhe on pienempi kuin suorassa mittauksessa. Taulukossa 5 on esitetty toimenpidetasojen määritelmät. (Liitteessä 1 on lyhyt kuvaus suorasta mittauksesta ja sen kytkennästä ohjaustasoihin).

Taulukko 5. Häiriön vakavuutta vastaavat toimenpidetasot.

<i>Varautumisen peruskeino</i>	<i>Toimenpidetaso</i>	<i>YETTS turvallisuustilanne</i>
0. Markkina-reaktio	0. Häiriön automaattinen hallinta kaupallisin ratkaisuin	Normaaliolot
1. Toimija-kohtainen reaktio	1. Jatkuvuussuunnitelman mukaiset toimenpiteet toimitusvarmuuden varmistamiseksi (esim. häiriön kehityksen monitorointi)	Normaaliolot
2. Sopimus-pohjainen toimija-viranomaisyhteistoiminta	2.1. Varastokapasiteetin lisääminen (esim. logistiikkakeskusten varastokapasiteetit)	Häiriötilanteet
	2.2. Toimitusketjujen kapasiteetin varaaminen (esim. käytettävyyss- /kapasiteettiredundanssi)	Häiriötilanteet
	2.3. Toimitusketjun suojaus ja priorisointi (esim. raaka-ainesopimukset, vaihtoehtoiset energialähteet, riippumattomat ohjausjärjestelmät)	Häiriötilanteet
3. Valmiuslain ja puolustustilalain toimivaltuudet poikkeusoloissa		Poikkeusolot

Häiriön vakavuuden arvioinnissa uhkaskenaarion ja häiriömekanismin kuvauksesta jää pakostakin pois vaikuttavia tekijöitä, mikä aiheuttaa epävarmuutta vakavuuden arviointiin. Tapa, jolla asiantuntija voi ilmaista epävarmuutensa, on esitetty kuvassa 10, jossa epävarmuus ilmaistaan todennäköisyysjakaumana annettujen toimenpidetasojen suhteen.



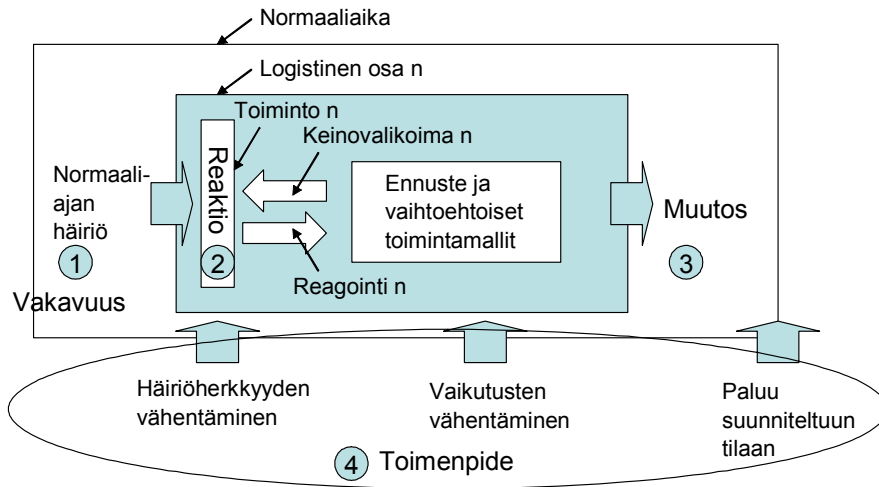
Kuva 10. Häiriön vakavuuden mukaan aktivoitavat todennäköiset toimenpidetasot asiantuntija-arvioina.

On muistettava, että arvioinnissa on otettava huomioon nykyvarautuminen. Haavoittuvuusanalyysin lopuksi logistiikan asiantuntija esittää mielipiteensä (lisä)toimenpiteistä, mikäli häiriön vakavuus poikkeaa 0-tasosta *nykyvarautumisesta huolimatta*.

Haavoittuvuusanalyysin tueksi on kehitetty häiriömalli [7] joka esitetään seuraavassa luvussa.

5.3.2 Häiriömalli

Logistinen järjestelmä tuottaa useita toimintoja, joista jokaiseen voidaan liittää järjestelmän osa. Logistisen osan häiriömekanismi voidaan esittää kuvan 11 mukaisesti [7].



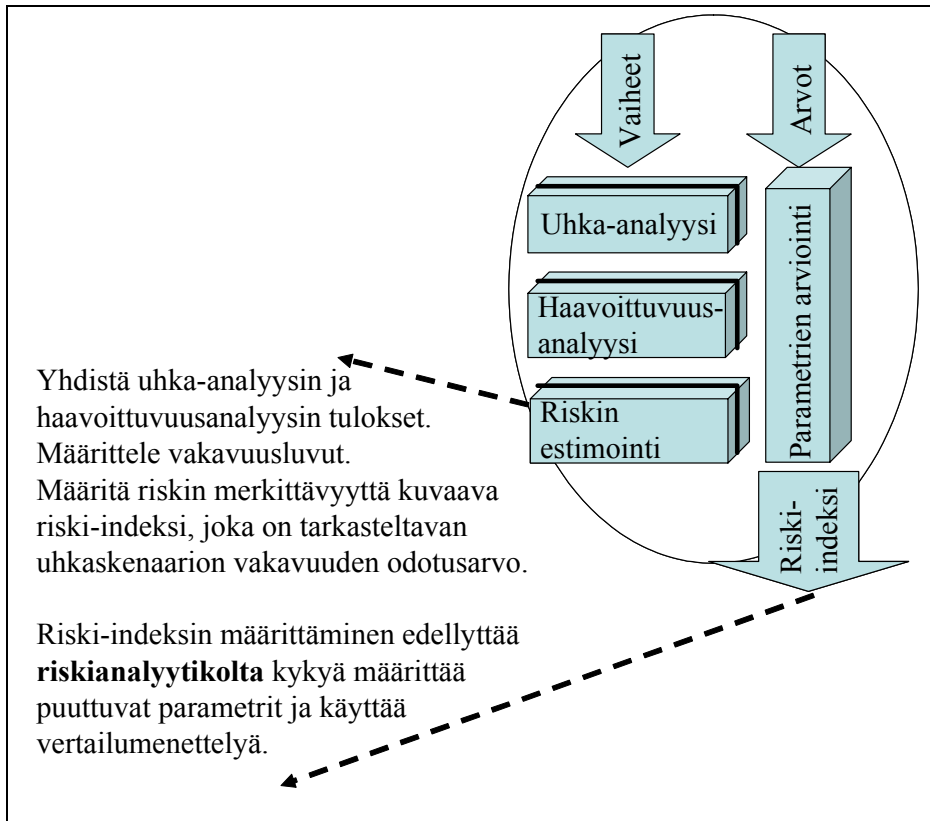
Kuva 11. Logistisen osan häiriömalli.

Kuvan 11 kohdassa 1 kuvataan häiriön luonnetta, kohdassa 2 logistisen osan reaktioita poikkeamina normaalitoiminnasta ja normaalitoiminnan puitteissa toteutettavia vastatoimenpiteitä häiriön vaikutusten vähentämiseksi, kohdassa 3 mahdollisen logistisen järjestelmän suorituskyvyn muutoksen vaikutusta huoltovarmuuteen ja kohdassa 4 aktivoitavia vastatoimenpiteitä logistisen järjestelmän suorituskyvyn palauttamiseksi ennalleen. Kuvan 11 arviointikohtiin 1–4 liittyvät arvioitavat tekijät ovat taulukossa 6.

Taulukko 6. Häiriön arvioinnin vaiheet.

Arviointikohta	Arvioitavat tekijät
<p>Arviointikohta 1:</p> <p><i>Häiriön kuvaus</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – välittömät häiriön alaiset logistisen järjestelmän osat, niiden tekniikka, toimijat ja toiminnot – keskeisimpien osien häiriöriippuvuudet – hetkellinen yksittäinen häiriöpiikki/kaskadinomainen/syklinen/jne.
<p>Arviointikohta 2:</p> <p><i>Reaktio</i></p> <p><i>(logistisen järjestelmän osan suorituskyky)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – logistisen <i>osan</i> poikkeamat suorituskyvyssä (poikkeamat voivat olla lisääntynyt laatutappio ja hävikki jne.) – seurantaparametrit arvioinnin tukena – toimijoiden välittömät toimenpiteet (jatkuvuussuunnitelma)
<p>Arviointikohta 3:</p> <p><i>Muutos</i></p> <p><i>(logistisen järjestelmän suorituskyky)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – logistisen <i>järjestelmän suorituskyvyn muutos</i>, joka johtuu logistisen osan toiminnallisesta häiriöstä ja jota välittömät korjaus- ja kompensointitoiminnot eivät yksistään pysty eliminoimaan – järjestelmätason seurantaparametrit arvioinnin tukena
<p>Arviointikohta 4:</p> <p><i>Toimenpiteiden vaikutus</i></p>	<p><i>Ks. taulukko 5 ja kuva 10</i></p>

5.4 Riskin estimointi: riski-indeksi



Uhka-analyysin ja haavoittuvuusanalyysin tuloksia yhdistämällä voidaan määrittää riskin merkittävyyttä kuvaava *riski-indeksi* R_U , joka on uhkaskenaarion U vakavuuden odotusarvo. Riski-indeksiä tarvitaan riskienhallinnan toimenpiteiden priorisoimiseksi: mitä suurempi on uhkaskenaarion riski-indeksi, sen aiheellisempää on toteuttaa toimenpiteitä sen varalta. Formaali määrittely edellyttää, että jokaisen toimenpidetason kohdalla määritellään *vakavuusluku*:

$$h(0\text{-taso}) = h_0$$

$$h(1\text{-taso}) = \alpha h_0$$

$$h(2\text{-taso}) = \beta h_0$$

$$h(3\text{-taso}) = \gamma h_0$$

missä kertoimet α , β ja γ edustavat häiriön vakavuuksien tärkeyseroja 0-tasoon nähden. Vakavuusasteikko voidaan normeerata 0-tason raameissa pysyvän häiriön vakavuusluvun $h_0 = 1$ mukaan. Tällöin määriteltäviksi parametreiksi jäävät α , β , γ ja η .

Analyttisen hierarkiaproessin teorian [8] perusteella kahden vaihtoehdon välistä tärkeyttä/mieluisuutta yhteisen arviointikriteerin suhteen voidaan arvioida *pareittaisen vertailun asteikon* perusteella. Asteikko on määritelty 1–9 asteikoilla siten, että jokaiseen lukuun on liitetty tulkinta tärkeyseron voimakkuudesta. Lukujen tulkinta on esitetty taulukossa 7, jossa on myös esitetty alkuperäinen englanninkielinen tulkinta ASTM:n (American Society for Testing and Materials) standardista E 1765 [9].

Taulukko 7. Analyttisen hierarkiaproessin pareittaisen vertailun asteikko.

<i>Sanallinen määritelmä (Verbal Expression)</i>	<i>Suhteellinen tärkeys (Numerical Counterpart)</i>
<i>Vertailtavat elementit tasaveroiset / Kaksi vaihtoehtoa ovat yhtä mieluisia Equal importance of attributes / Equal desirability of alternatives</i>	1
<i>Kohtalainen tärkeysero/mielisuusero kahden vaihtoehdon välillä Moderate importance of one attribute over another / Moderate desirability of one alternative over another</i>	3
<i>Voimakas tai oleellinen tärkeysero/mielisuusero kahden vaihtoehdon välillä Strong importance of one attribute over another / Strong desirability of one alternative over another</i>	5
<i>Erittäin voimakas tärkeysero/mielisuusero kahden vaihtoehdon välillä Very strong importance of one attribute over another / Very strong desirability of one alternative over another</i>	7
<i>Äärimmäinen tärkeysero/mielisuusero kahden vaihtoehdon välillä Extreme importance of one attribute over another / Extreme desirability of one alternative over another</i>	9

Oletetaan, että toimenpidetasojen tärkeyserot (vakavuuserot) ovat yleensä arvioitavissa pareittaisen vertailun asteikolla. Oletetaan lisäksi, että suhteelliset vakavuudet nollassa verrattuna vastaavat kertoimia $\alpha = 3$, $\beta = 5$, $\gamma = 7$. Subjektii- vinen riski-indeksi uhkaskenaariolle U , R_U , voidaan nyt määrittellä vakavuuden ehdottomana odotusarvona.

$$R_U = p_U \sum_{j=0}^3 p_{V=j|U} * h(j - taso) = p_U * (p_{V=0|U} + 3p_{V=1|U} + 5p_{V=2|U} + 7p_{V=3|U})$$

Nähdään, että riski-indeksin arvoalue on $R_U \in [0, 7]$. (Riski-indeksi voidaan määrittää myös muilla tavoin, esimerkiksi uhkaskenaarioon liittyvän suurimman vakavuuden todennäköisyyslukuna.)

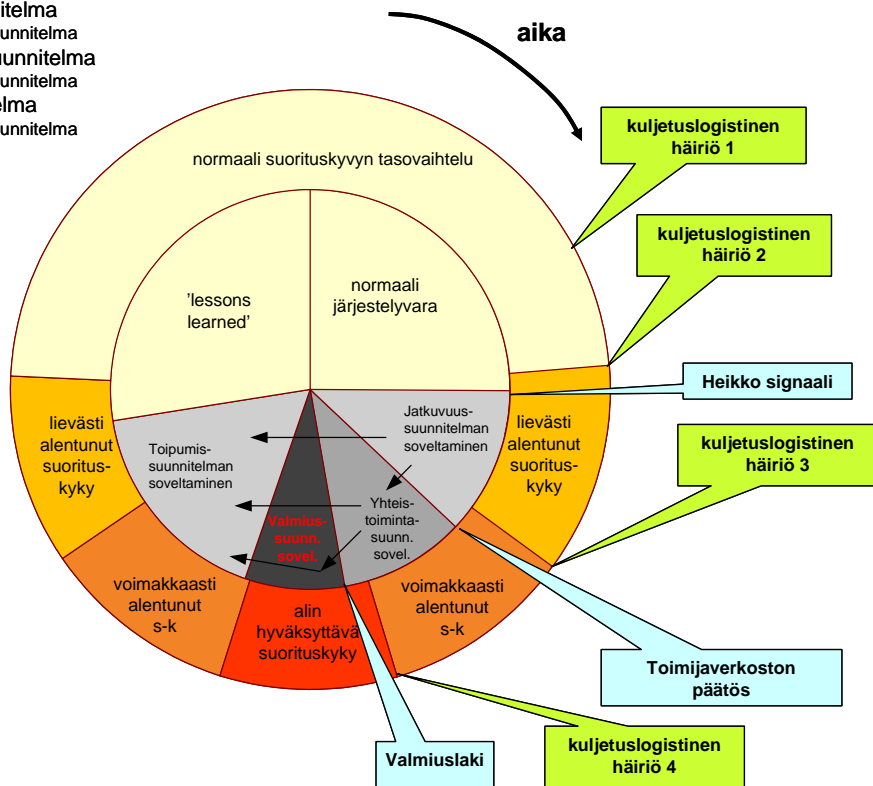
Uhka-analyysin ja haavoittuvuusanalyysin tulokset sekä riski-indeksi kootaan lomakkeelle, joka kiteyttää uhkaskenaariokohtaisen riskianalyysin ja toimii dokumenttina (liite 2).

5.5 Toimenpide-ehdotukset ja suunnitelmatyypit

Yhden tai useamman riskianalyysin tuloksena saadut toimenpide-ehdotukset saattavat edellyttää usean logistiikkatoimijan sekä viranomaisten yhteistyötä. Yhteistyö PTS-pooliin kuuluvien toimijoiden kanssa on luonteeltaan yhteistoi- minnasta sopimista vakavien häiriöiden varalta. Periaatteessa riskianalyysi tukee toimijan omaa varautumista sekä toimija-viranomaisyhteistyön varautumissuun- nittelua. Kuva 12 esittää EU:n Disaster Risk Management Cycle -kuvauksen pohjalta laadittua ”huoltovarmuuskelloa” johon voidaan liittää erilaisia logistiikan huoltovarmuuden turvaamiseen tähtääviä suunnitelmatyyppejä; jatkuvuus- suunnitelma (mahdollisine toipumissuunnitelmineen) liittyy toimijakohtaiseen varautumiseen kun taas yhteistoimintasuunnitelma liittyy toimija-viranomais- yhteistyöhön. Valmiussuunnitelman soveltaminen edellyttää valmiuslain käyttöö- ottoa ja antaa viranomaisille tarvittavat toimivaltuudet poikkeusoloissa. Suunni- telmia sovelletaan häiriöistä johtuvan suorituskyvyn heikkenemisen mukaan.

Varautumissuunnitelma

- Jatkuvuussuunnitelma
 - Toipumissuunnitelma
- Yhteistoimintasuunnitelma
 - Toipumissuunnitelma
- Valmiussuunnitelma
 - Toipumissuunnitelma



Kuva 12. Varautumissuunnitelmien soveltaminen häiriötilanteen vakavuuden mukaan.

5.6 Riskianalyysin toteutustavat

Riskianalyysin soveltaminen voidaan rajata huoltoalakohtaisesti eriytyneiden toimitusketjujen mukaan. On selkeitä viitteitä (LOGHU2-tutkimus) siitä, että esimerkiksi öljyketju, elintarvikeketju ja elektroniikkateollisuuden komponentti- ketju käyttävät pitkälti erilaisia kuljetusmuotoja ja -kalustoa kuljettajineen. Organisaattorinen ja teknologinen riippumattomuus kuljetuslogistiikan tasolla sallii erillisten riskianalyysien toteuttamisen huoltoalakohtaista huoltovarmuutta tarkasteltaessa. Toimitusketjujen riippuvuus on välillistä yhteisen infrastruktuurin tasolla, esimerkiksi yhteisten sähkö- ja/tai IT-järjestelmien kautta.

Riskianalyysin käytännön toteutukselle on kaksi vaihtoehtoista lähtötilannetta:

- i) uhka-analyysilähtöinen riskianalyysi
- ii) haavoittuvuusanalyysilähtöinen riskianalyysi.

Mikäli lähtökohtana on uhkaskenaario, etenee riskianalyysi tapahtumaketjun lailla kronologisessa järjestyksessä: ensin uhka-analyysi, sitten haavoittuvuus-analyysi ja lopuksi riskianalyysi. Jos taas lähtökohtana on kuljetuslogistisen häiriön kuvaus, edetään ensin häiriön vakavuuden arvioinnin suuntaan, ja mikäli todetaan suorituskyvyn alentuminen merkittäväksi, kysytään minkälaiseen uhkaskenaarioon (minkälaisiin uhkaskenaarioihin) häiriö voidaan liittää ja mitkä näiden todennäköisyydet voisivat olla, minkä jälkeen seuraa riskianalyysi. PTS ja Huoltovarmuuskeskus ovat määritelleet kuljetuslogistiikan liittyviä häiriöluokkia seuraavasti:

- kuljetuskalusto
- kuljetusväylät ja solmukohdat
- henkilöresurssit
- kunnossapito ja varaosat
- kuljetusketjun hallinta.

Häiriöluokat soveltuvat eri kuljetusmuotojen (maa-, vesi-, ilmakuljetukset) tarkasteluihin.

Julkaisussa ei oteta kantaa toteutustapojen keskinäiseen paremmuuteen. Tämän selvittäminen vaatii riskianalyysimenetelmän käytännön sovelluksia.

Tässä yhteydessä on syytä todeta, että riskianalyysimenetelmää voidaan soveltaa joko haastatteluna, jossa riskianalyytikko haastattelee asiantuntijaa, tai ryhmätyönä, jossa useat asiantuntijat keskustelevat asiakohdista puheenjohtajan tahdittamana. Tässä tapauksessa voi olla merkittävää hyötyä tietokoneavusteisista ryhmätyön tukimenetelmistä (esimerkiksi GroupSystems-järjestelmä).

6. Riskianalyysimenetelmän sovellustestit

Luvussa esitetään tuloksia riskianalyysimenetelmän soveltamisesta kahteen eri huoltoalaan: energiahuolto sekä sotilaallista maanpuolustusta tukeva tuotanto.

Sovelluskohteiden perustelu:

Energiahuollon tapauksessa keskityttiin öljykuljetusketjuun. Energiahuollolla on keskeinen merkitys muiden huoltoalojen huoltovarmuuden turvaamisessa: ollaan riippuvaisia energian saannista. Tämä näkyy siinä, että kansainvälistä yhteistyöstä on kehitetty varsin pitkälle juuri energiahuollossa. Sovelluskohteen osalta tehtiin kaksi haastattelukäyntiä Neste Oilissa.

Sotilaallisen maanpuolustusta tukevan tuotannon osalta keskityttiin varaosalogistiikkaan. Puolustustaloudellisen suunnittelukunnan taholta saadun palautteen perusteella on todettava, että kokoonpanoteollisuudessa komponentit loppuvat lyhyenkin lentokiellon aikana nopeasti. Sovelluskohteen osalta tehtiin yksi haastattelukäynti Würthissä.

Haastattelussa sovellettiin liitteen 3 haastattelulomakkeita ja tukimateriaalia. Haastattelu-aika oli noin yksi tunti. Haastattelun kohdeyritykset edustavat keskeisiä toimijoita kyseisillä huoltoaloilla ja haastateltavat yrityksen johtoa.

Luottamuksellisuussyistä on loput tämän luvun sivuista poistettu yleiseen jakeluun tarkoitettua versiosta.

7. Johtopäätökset

Valtionhallinnossa tulisi päästä yhtenäisiin menettelyihin ja käytäntöihin, kun arvioidaan logistiikkaan ja huoltovarmuuteen vaikuttavia uhkia ja riskejä sekä tarvittavia toimenpiteitä. Sama tarkastelunäkökulma ja terminologia sekä analyysimenettely varmistavat tulosten yhteensopivuuden ja tukevat varautumissuunnittelua. Kehitetty riskianalyysimenetelmä tukee YETTSin kuvaamaa yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen turvaamisen periaatteen noudattamista. Erityisesti menetelmä tukee varautumisen kannalta kriittisten toimenpiteiden tunnistamista. Riskianalyysimenetelmä on laadittu siten, että lasketut riskiluvut edustavat uhkaskenaarion vakavuuden odotusarvoa valitulla tarkastelujaksolla

Koska riskianalyysi on perusluonteeltaan skenaariopohjainen, sen kattavuus määräytyy tarkasteltavaan huoltoalaan liittyvien toimitusketjujen edustavuudesta. Riskianalyysin laatu perustuu logistiikka-alan asiantuntijoiden kokemukseen ja kykyyn tuottaa riskiskenaarioita sekä riskianalyysin vaatimia kvantitatiivisia arvioita. Riskianalyysitulokset on syytä kerätä tietokantaan lähtökohdiksi tulevaisuudessa tehtäville päivityksille.

Lähdeluettelo

- [1] Nietola, O., Hiljanen, H., Permala, A., Sirkiä, A., Ventä, O. & Haajanen, J. ”Älykäs logistiikka” (työnimi), raporttiluonnos v4.0, 30.4.2005. (Ei julkaisupäätöstä 25.2.2006).
- [2] Puolustustaloudellinen suunnittelukunta – kuljetuslogistiikkasektori. Raportti kuljetusten kriisivalmiudesta vuonna 2005 (turvaluokitus III). Helsinki 3.11.2005.
- [3] SITRA. Sitran raportteja 23. Helsinki. 2002.
- [4] Valtioneuvoston periaatepäätös yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen turvaamisesta (23.1.2006) ja siihen liittyvä perustelumuistio ”Yhteiskunnan Elintärkeiden Toimintojen Turvaamisen Strategia”.
- [5] EDI Management, esityskalvot ”Logistiikan uhkat ja seurantajärjestelmä”, 18.3.2005.
- [6] EDI Management, esityskalvo ”Uhkat ja järjestelmän suorituskyky”, 19.5.2005.
- [7] PEh-os./Marjo Kauhaniemi, Logistiikan huoltovarmuuden uhkakuvat, LOGHU-tutkimuksen käyttöön luovutettu puolustusvoimien logistiikka-järjestelmän tutkimusraportin osa.
- [8] Saaty, T. How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. Interfaces 24:6, s. 19–43, 1994.
- [9] ASTM designation E 1765 – 95. Standard practice for applying Analytical Hierarchy Process (AHP) to Multiattribute Decision Analysis of Investments Related to Buildings and Building Systems.
- [10] SFS-IEC 60300-3-9. Dependability management – Part 3: Application guide – section 9: Risk of technological systems. International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland. 1995.
- [11] EDI Management. Logistiikan suorituskyvyn uhkat (LOGTIKU). Tutkimusraportti, luonnos 31.12.2005.

Liite 1: Häiriön vakavuuden mallintaminen materiaalfunktion perusteella

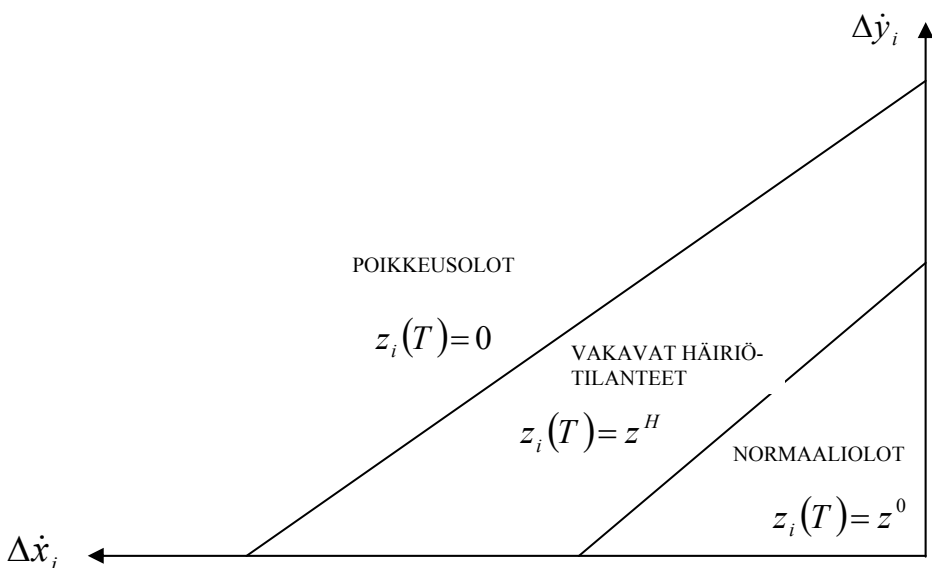
Formaalimpi, fysikaalisiin asteikkoihin nojaava häiriöiden vakavuuden arviointi edellyttää matemaattista mallintamista. Alla esitetään logistisen järjestelmän häiriötilaa kuvaava *materiaalfunktio* jollekin hyödykkeelle, joka kuuluu huoltovarmuuden piiriin:

$$z_i(T) = z_0 + \Delta z_i(T) = z_0 + \Delta \dot{x}_i T - \Delta \dot{y}_i T,$$

missä

- i on uhkaskenaarion indeksi
- z_0 on hyödykkeelle määrätty varastointitaso
- $\Delta \dot{x}_i$ on materiaalivirtauksen aikajakson T (= häiriön kesto) keskimääräinen negatiivinen poikkeama normaalioloihin verrattuna, $\Delta \dot{x}_i \in (-\infty, 0]$
- $\Delta \dot{y}_i$ on aikajakson T (= häiriön kesto) keskimääräinen positiivinen poikkeama normaaliolojen kulutustasosta, $\Delta \dot{y}_i \in [0, \infty)$
- $\Delta z_i(T)$ on poikkeama hyödykkeen saatavuudessa aikajakson T kuluttua
- T on häiriön kesto.

Uhkaskenaarion realisaatiolle eli häiriölle voidaan periaatteessa arvioida poikkeamat logistiikan suorituskyvylle $\Delta \dot{x}_i$ ja kulutukselle $\Delta \dot{y}_i$ sekä häiriön kesto T . Esimerkiksi suorituskyvyn yksikkö voi olla 1 000 tonnia öljyä/vrk ja keston yksikkö vrk. Häiriön vakavuus voidaan mitata sekä turvallisuustaso indikoida materiaalfunktion $z_i(T)$ perusteella kuten kuva A osoittaa:



Kuva A. Materiaalifunktio turvallisuustasojen indikoijana.

Taulukko A. Materiaalifunktioon liittyviä raja-arvoja turvallisuustilanteille.

Häiriötilan kuvaus (uhkaskenaario i)	Materiaalifunktion sekä logistisen järjestelmän ja kulutuksen poikkeamien raja-arvoja			Toimenpide-tasot
	materiaalin marginaali	tuonnin poikkeama	kulutuksen poikkeama	
Normaaliolot	$z^H \leq z_i(T) \leq z^0$	$\Delta \dot{x}_i \geq \alpha^H$	$\Delta \dot{y}_i \leq \beta^H$	0-taso
Normaaliolojen vakavat häiriöt	$0 \leq z_i(T) \leq z^H$	$\alpha^P \leq \Delta \dot{x}_i \leq \alpha^H$	$\beta^H \leq \Delta \dot{y}_i \leq \beta^P$	1-taso 2-taso
Poikkeusolot	$z_i(T) \leq 0$	$\Delta \dot{x}_i \leq \alpha^P$	$\Delta \dot{y}_i \geq \beta^P$	3-taso

Taulukon A parametrit täytyy käytännössä määritellä, asiantuntija-arvioihin perustuen. Raportissa esitettävässä riskianalyysimenetelmän sovelluksessa ei hyödynnetä materiaalifunktiota.

Liite 2: Logistiikan huoltovarmuuden riskianalyysimenetelmä. Menetelmäopas

Huoltovarmuuskeskuksen, puolustusvoimien, liikenne- ja viestintäministeriön sekä VTT:n rahoituksella on kehitetty riskianalyysimenetelmä, jonka sovelluskohde on logistiikan huoltovarmuus. Ensisijaisesti riskianalyysin tavoitteena on tunnistaa materiaaliseen logistiikkaan liittyviä uhkia ja arvioida niiden riskejä. Riskien perusteella arvioidaan kehitystarpeet lisävarautumiselle. Näin ollen riskianalyysi tuottaa huoltovarmuudesta päättävälle tahoille riskiperustaisen tilannekuvan päätöksenteon tueksi. Tämän oppaan tarkoituksena on lyhyesti kuvata riskianalyysin kulku ja kysymysten tueksi laadittua tukimateriaalia.

Oppaan sisältö

1.	Riskienhallintaprosessin yleiskuvaus	2
2.	Riskianalyysin vaiheet	3
2.1.	Uhka-analyysi.....	4
2.1.	Haavoittuvuusanalyysi	7
2.1.	Riskin arviointi.....	9
3.	Vastatoimenpiteiden suunnittelu	10

Liitteet:

Liite 2/A: Riskianalyysin koostelomake

Liite 2/B: Varautumissuunnitelmien soveltaminen suorituskyvyn heikkene-
misen funktiona

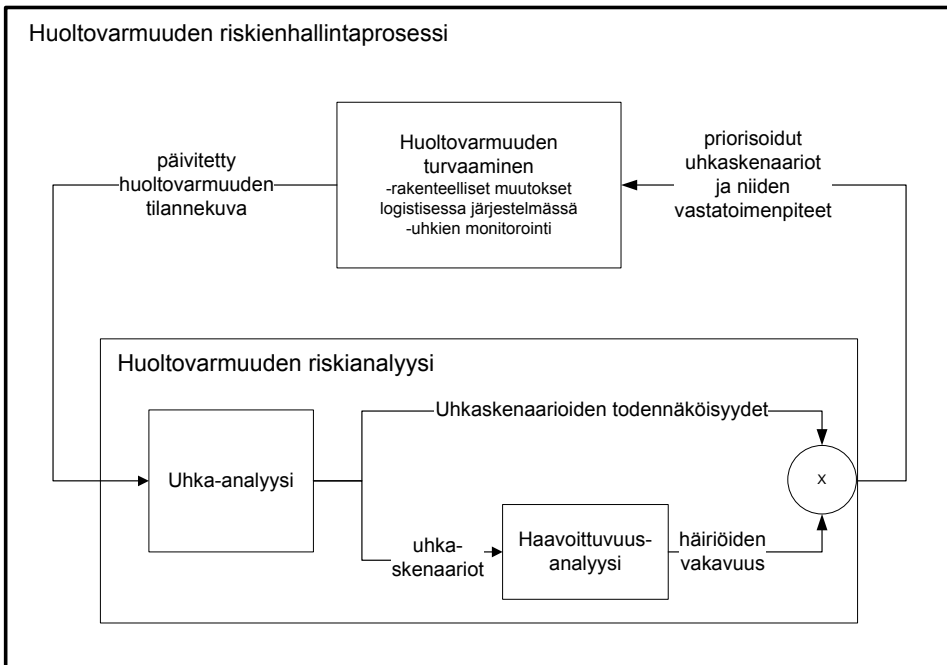
1. Riskienhallintaprosessin yleiskuvas

Riskienhallinta koostuu kahdesta vaiheesta: riskianalyysistä sekä lisävarautumisen perussuunnittelusta.

Riskianalyysi tuottaa tilannekuvan logistiikan huoltovarmuuden mahdollisista uhkista sekä logistisen järjestelmän haavoittuvuudesta. Uhkia ja haavoittuvuutta tarkastellaan huoltovarmuusalojen näkökulmista. Riskianalyysi perustuu kolmeen analyysivaiheeseen: uhka-analyysiin, haavoittuvuusanalyysiin ja riskin arviointiin.

Lisävarautumisen perussuunnittelun lähtökohtana ovat riskianalyysin tuloksena tuotetut riskiluvut. Lisävarautumistarpeen tunnistaminen ja vastatoimenpiteiden tehokkuuden arviointi antaa päätöksentekijöille tiedon, minkä tasoisia vastatoimenpiteitä on harkittava uhkan torjumiseksi/eliminoimiseksi.

Kuva 1 esittää riskienhallintaprosessin vaiheita.

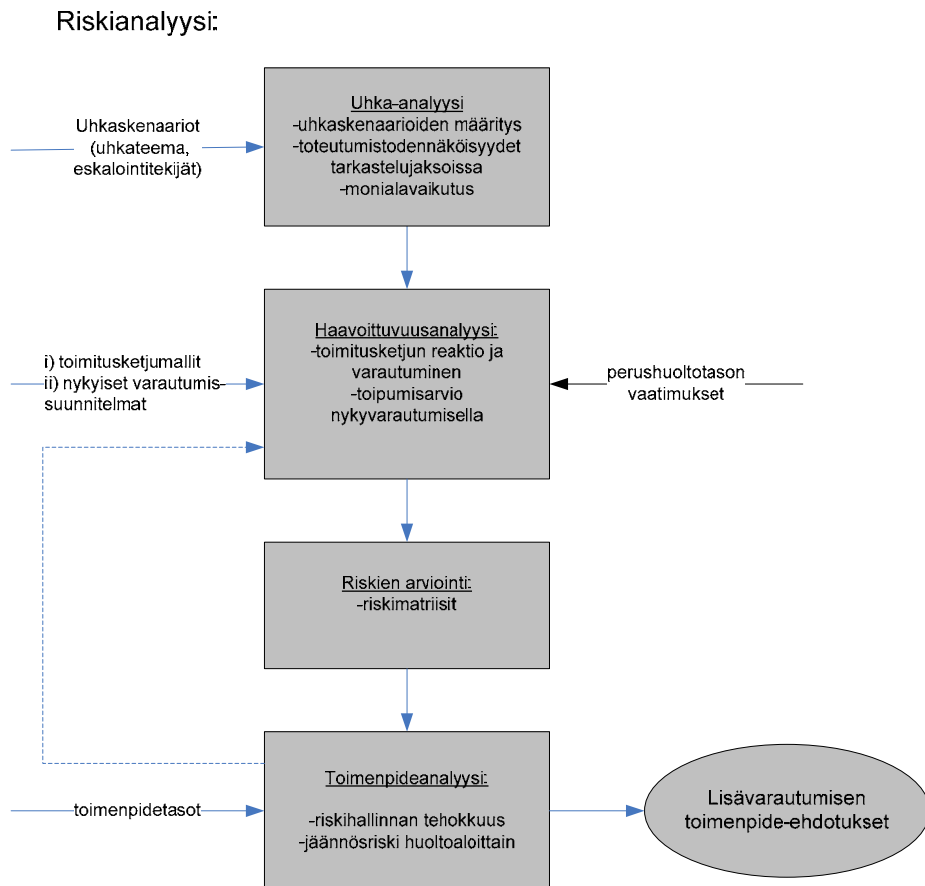


Kuva 1. Riskienhallinnan vaiheet.

Sekä riskianalyysiä että lisävarautumisen perussuunnittelua edellyttäviä lähtötietoja ja analyysivaiheita tukevia tekniikoita kuvataan tarkemmin alla.

2. Riskianalyysin vaiheet

Riskianalyysi koostuu kolmesta vaiheesta: uhka-analyysi, haavoittuvuusanalyysi ja riskin arviointi. Jokainen vaihe edellyttää omat lähtötietonsa ja tuottaa tietoa seuraavaa vaihetta varten. Riskianalyysin tulos on jokaiseen yksittäiseen uhkaskenaarioon liitettävä tietoaaineisto, joka kuvaa uhkan luonnetta ja merkittävyyttä jonkin huoltovarmuusalan näkökulmasta. Riskianalyysin vaiheet on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Riskianalyysin vaiheet.

2.1. Uhka-analyysi

Lähtötiedot:

- uhkaskenaariot (uhkateema ja eskalointitekijät)
- tarkastelujakso tai tarkastelujaksot.

Uhka-analyysin toteuttaminen edellyttää huoltovarmuusalan asiantuntijan kykyä kirjoittaa uhkaskenaarioita, joihin asiantuntija pystyy liittämään arvion skenaarion toteutumisen todennäköisyydestä jollakin tarkasteluvälillä. Uhkaskenaarion kirjoituksen tukena ovat uhkaskenaarioteemat, jotka riskianalyysin tilaaja on määritellyt mm. todetuista talouden ja sosiaalisten ilmiöiden trendeistä lähtien. Uhkateema on ilmiökokonaisuus, jonka uskotaan lähes varmuudella vaikuttavan jollakin aikavälillä logistiseen järjestelmään haitallisesti. Eskalointitekijä on konkreettinen tapahtuma (esim. lakko, pandemia, ICT-virusyökkäys, öljyn hinnannousu), joka liittyy uhkateemaan ja vahvistaa logistiseen ketjuun kohdistuvia häiriöitä. Uhkateeman ja eskalointitekijöiden kohdistumista logistiseen järjestelmään voidaan tarvittaessa tarkentaa aina taulukon 1 mukaisiin logistisen järjestelmän kohteisiin. Uhkateemojen rajaamista/kattavuuden tarkistamista tukee taulukon 2 uhkaluokitus.

Tarkasteluvälejä voi olla useampia, jolloin todennäköisyysarvioitakin on useampia. Todennäköisyysarviot paljastavat uhkaan liittyvän dynamiikan, mikäli tarkastelujaksoja on useampia. Todennäköisyysasteikko on kuvassa 1.

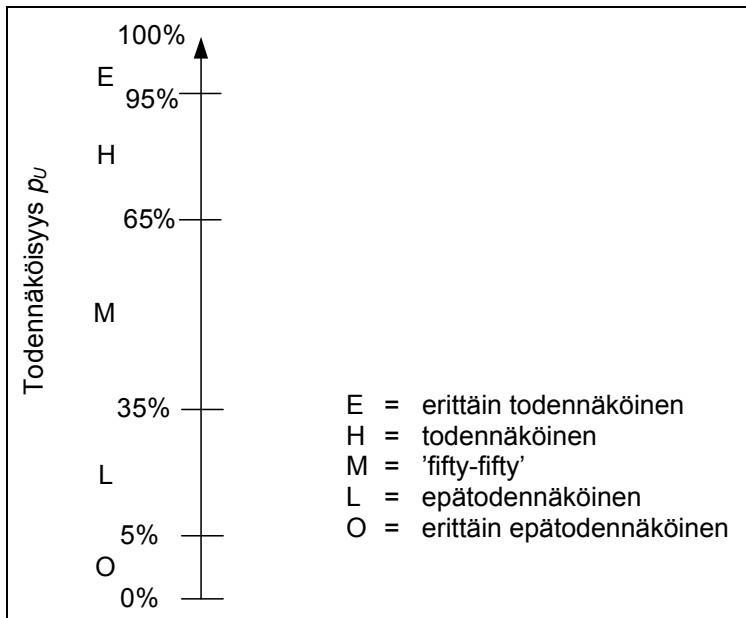
Uhka-analyysin lopuksi arvioidaan mahdollinen uhkaskenaarioiden monivaikutteisuus eli voiko huoltoalakohtaisesti kirjoitettu uhkaskenaario olla pienin muutoksin uhkaskenaario jollekin toiselle huoltoalalle? Esimerkiksi elintarvike- ja öljyketjun välinen riippuvuus saattaa ilmetä yhteisenä pätevän työvoiman vajeena. Näin rakennetuilla uhkaskenaarioilla on tilastollinen riippuvuus.

Tulos:

- uhkaskenaariokuvauksia, joihin on liitetty toteutumistodennäköisyydet tarkastelujaksoittain
- uhkaskenaarioiden riippuvuus ja monivaikutteisuus
- kuvaukset uhkan torjumisen keinoista (yleensä poliittiset).

Huom! Lähtötietoina saatavat uhkaskenaarioteemat voidaan tuottaa usealla vaihtoehdoisella tavalla, jotka on rajattu tämän oppaan ulkopuolelle.

Apumateriaali:



Kuva 3. Uhka-analyysin todennäköisyysasteikko.

Taulukko 1. Logistisen järjestelmän ositus.

Kuljetusketjun hallinta	Kuljetusketju	Kuljetusväylät ja solmukohdat	Henkilöresurssit
Hallintajärjestelmät	Raideliikenne (henkilö- / tavaraliikenne)	Rataverkko	Raideliikenne
Hallintaosaaminen	Tieliikenne ja linja-autoliikenne	Tieverkko	Tiekuljetukset ja linja-autoliikenne
Järjestelmien kehittäminen ja ylläpito	Meriliikenne (lastialukset, säiliöalukset, autolautat)	Meriväylät	VAK-kuljettajat
Tietoliikenne	Lentoliikenne	Lentoväylät	Meriliikenne
Maksupalvelut ja -järjestelmät	Päivittäistavara-logistiikka	Rahtiterminaalit ja varastot	Lentoliikenne
Kuljetusrahoitus		Satamat	
Kuljetusvakuutuspalvelut		Lentoasemat	
Raideliikenteen ohjaus			
Tiekuljetusten ohjaus			
Merikuljetusten ohjaus			
Lentoliikenteen ohjaus			

Taulukko 2. Uhkaluokkien määritelmiä.

Uhkaluokka	Määritelmä
Rakenteelliset muutokset	Normaaliolosuhteissa tapahtuvat muutokset liiketoiminnassa, teknologioissa, infrastruktuurissa ja säädöksissä. Muutosvoimina ovat yhteiskunnan ja päättäjien arvomaailma (näkemykset mahdollisuuksista ja riskeistä ja tämän perusteella tehtävät päätökset).
Tuottamuksellinen vahingoittaminen	Ihmisiin ja omaisuuteen kohdistuva vahingonteko tai sillä uhkaaminen, jonkin tavoitteen (yleensä poliittinen, uskonnollinen tai ideologinen) saavuttamiseksi.
Luonnonilmiöt	Fysikaalinen tai biologinen tapahtuma, joka ei ole ihmisen keinotekoisesti aiheuttama. Luonnonilmiö voi äärimuodossaan aiheuttaa tilanteen, jossa ihmisen suunnitteleman järjestelmän turvallisen ja taloudellisen käytön ehdot eivät ole voimassa.
Viat, vahingot ja onnettomuudet	Suunniteltu järjestelmä ei ole vikaantumaton, vaikka turvallisuutta ja toimintavarmuutta huomioivia suunnitteluperiaatteita noudatettaisiinkin. Vian sattuessa voi sen seurauksena esiintyä henkilö-, omaisuus- ja ympäristövahinkoja.

2.1. Haavoittuvuusanalyysi

Lähtötiedot:

- uhkaskenaariokuvaukset
- toimitusketjumallit (rakennemallit, simulointimallit)
- logistiikan häiriöluokat.

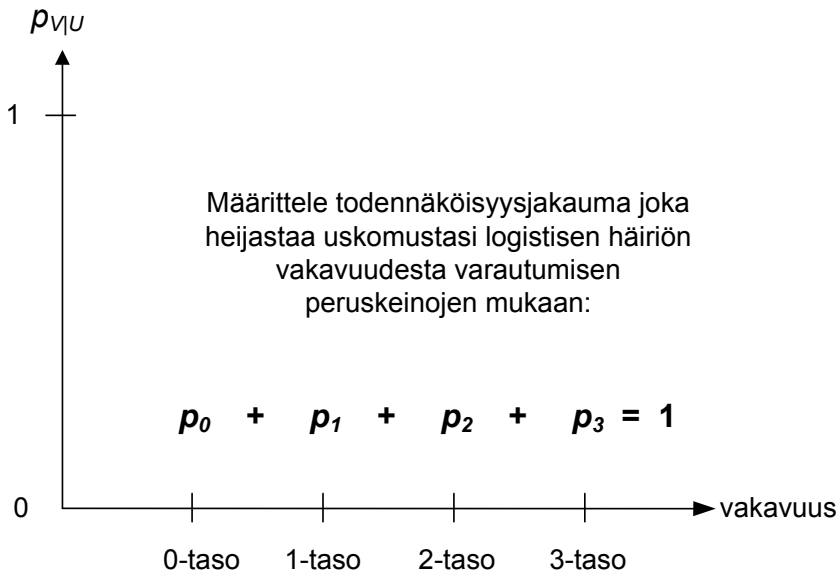
Asiantuntijoiden tehtävänä on uhkaskenaarioihin liittyvien toimitusketjujen häiriötilanteiden kuvaaminen. Häiriön kuvaukseen liittyvät:

- häiriön hallinnan kannalta keskeisten toimijoiden reaktion kuvaus (automaattiset toimijakohtaiset järjestelyvarat) toimitusketjussa: kuinka voidaan lisätä kapasiteettia/käytettävyyttä ja/tai hyödyntää vaihtoehtoisia kuljetusreittejä? Vai ratkaiseeko markkinakäyttäytyminen ongelman?
- häiriön eskaloitumisen varalta suunniteltujen toimenpiteiden kuvaus (varautumissuunnitelma): kuinka kauan toimenpiteiden aktivointi kestää? Kuinka kauan palautuminen kestää aktivoinnin jälkeen?
- häiriön vakavuuden arviointi toimenpidetaso asteikolla (toimenpide joka palauttaa toimitusvarmuuden). Arvioinnin epävarmuus annetaan kuvan 4 todennäköisyysjakauman muodossa
- lisävarautumisen tunnistaminen: millä toimenpidetasolla on lisävarautumista kehitettävä? Paljonko sallitaan huoltovarmuuden tavoitteiden 'alittamista'?

Tulos:

- uhkaskenaariokohtaiset häiriökuvaukset toimitusketjussa
- häiriön vakavuuden arviot
- potentiaalisten vastatoimenpiteiden kuvaukset.

Apumateriaali:



Kuva 4. Häiriön vakavuuden jakauma aktivoitavien toimenpidetasojen mukaan.

Taulukko 3. Häiriön vakavuutta vastaavat toimenpidetasot.

Varautumisen peruskeino	Toimenpidetaso	YETTS turvallisuus-tilanne
0. Markkina-reaktio	0. Häiriön automaattinen ”hallinta” kaupallisin ratkaisuin	Normaaliolot
1. Toimija-kohtainen reaktio	1. Jatkuvuussuunnitelman mukaiset toimenpiteet toimitusvarmuuden varmistamiseksi (esim. häiriön kehityksen monitorointi)	Normaaliolot
2. Sopimus-pohjainen toimija-viranomais-yhteistoiminta	2.1. Varastokapasiteetin lisärakentaminen (esim. logistiikkakeskusten varastokapasiteetit)	Häiriötilanteet
	2.2. Toimitusketjujen lisäkapasiteetin rakentaminen (esim. käytettävyys- /kapasiteettiredundanssi)	Häiriötilanteet
	2.3. Toimitusketjun suojauksen rakentaminen (esim. raaka-ainesopimukset, vaihtoehtoiset energialähteet, riippumattomat ohjausjärjestelmät)	Häiriötilanteet
3. valmiuslain ja puolustustilalain toimivaltuudet poikkeusoloissa		Poikkeusolot

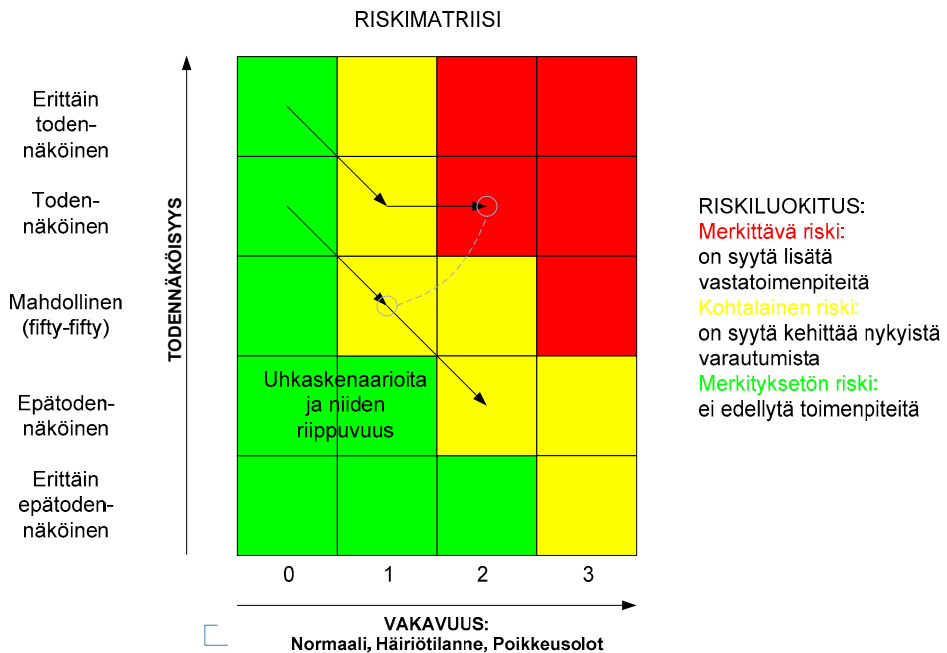
2.1. Riskin arviointi

Lähtötiedot:

- uhkaskenaarioiden todennäköisyysarviot
- uhkaskenaarioiden vakavuusarviot.

Riski on syytä esittää riskimatriisina kuvan 5 mukaisesti. Uhkaskenaarioiden riippuvuus voidaan ilmaista kuvan osoittamalla tavalla riippuvuutta luovan tapahtuman kohdalla. Riskianalyysimenetelmän mukainen riskiluku priorisoi uhkaskenaariot toimenpide-ehdotuksia kehitettäessä.

Apumateriaali:



Kuva 5. Uhkaskenaariot, joilla keskinäisriippuvuus, sijoitettuna riskimatriisiin.

Tulos:

- uhkaskenaarioiden riski-indeksit ja riskimatriisit tarkasteltujen huoltoalojen mukaan ryhmiteltyinä (liitteessä A on esimerkki riskianalyysin koostelomakkeesta).

3. Vastatoimenpiteiden suunnittelu

Lähtötiedot:

- huoltoalakohtaisesti arvioitujen uhkaskenaarioiden riski-indeksit
- vastatoimenpiteiden tasoluokitus.

Toimitusketjukohtaisesti kirjoitettujen uhkaskenaarioiden riski-indeksit antavat osviittaa, mihin lisävarautumispanoksia tulisi kohdistaa. Riippuvuuksia sisältävät uhkaskenaariot ovat myös vartenotettavia vastatoimenpiteitä priorisoitaessa.

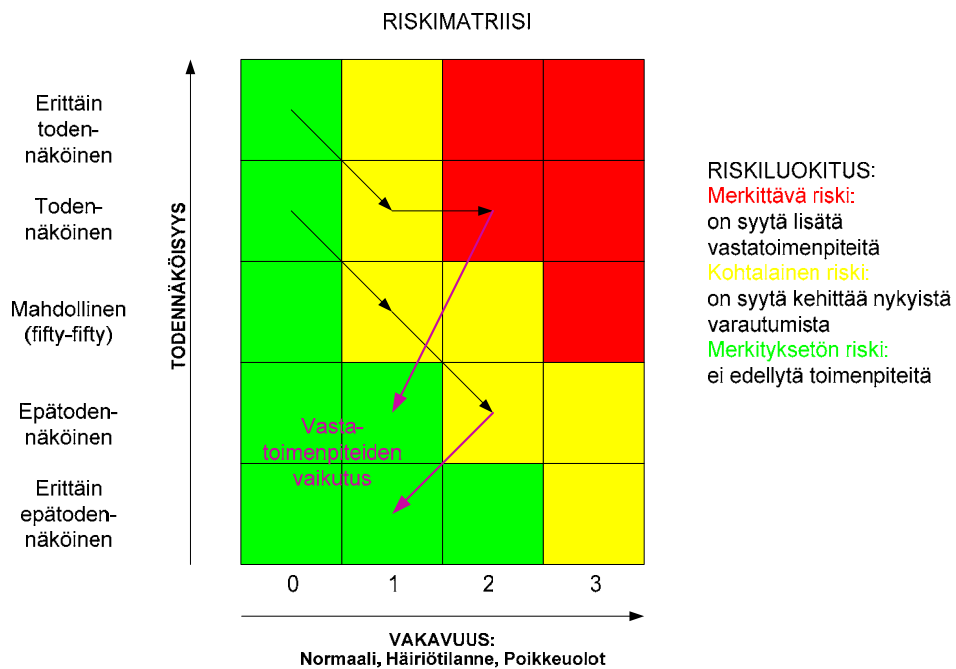
Vastatoimenpiteen riskienhallinnan tehokkuutta arvioidaan sen mukaan, kuinka paljon se pienentää uhkaskenaarion riski-indeksiä. Jäljelle jäävä toimitusketjukohtainen jäännösriski kertoo toisaalta sen, kuinka haavoittuvaksi toimitusketjun arvioidaan jäävän. Tätä on havainnollistettu kuvassa 6.

On huomattava, että lisävarautumisen vaikuttavuus perustuu sen riskiä pienentävään vaikutukseen, ei kustannustehokkuuteen. Näin ollen kuvattu riskienhallintaprosessi tuottaa *vastatoimenpide-ehdotuksia* varautumissuunniteluun. Varautumissuunnitelman kattavuutta ja sen sisältämiä osasuunnitelmia on havainnollistettu liitteen B kuvassa. Kuva on viitteellinen eikä nojaudu virallisiin määrittelyihin.

Tulos:

- huoltoalakohtainen riskitaso nykyvarautumisella
- huoltoalan riskitaso lisävarautumisella
- vastatoimenpide-ehdotukset.

Apumateriaali:

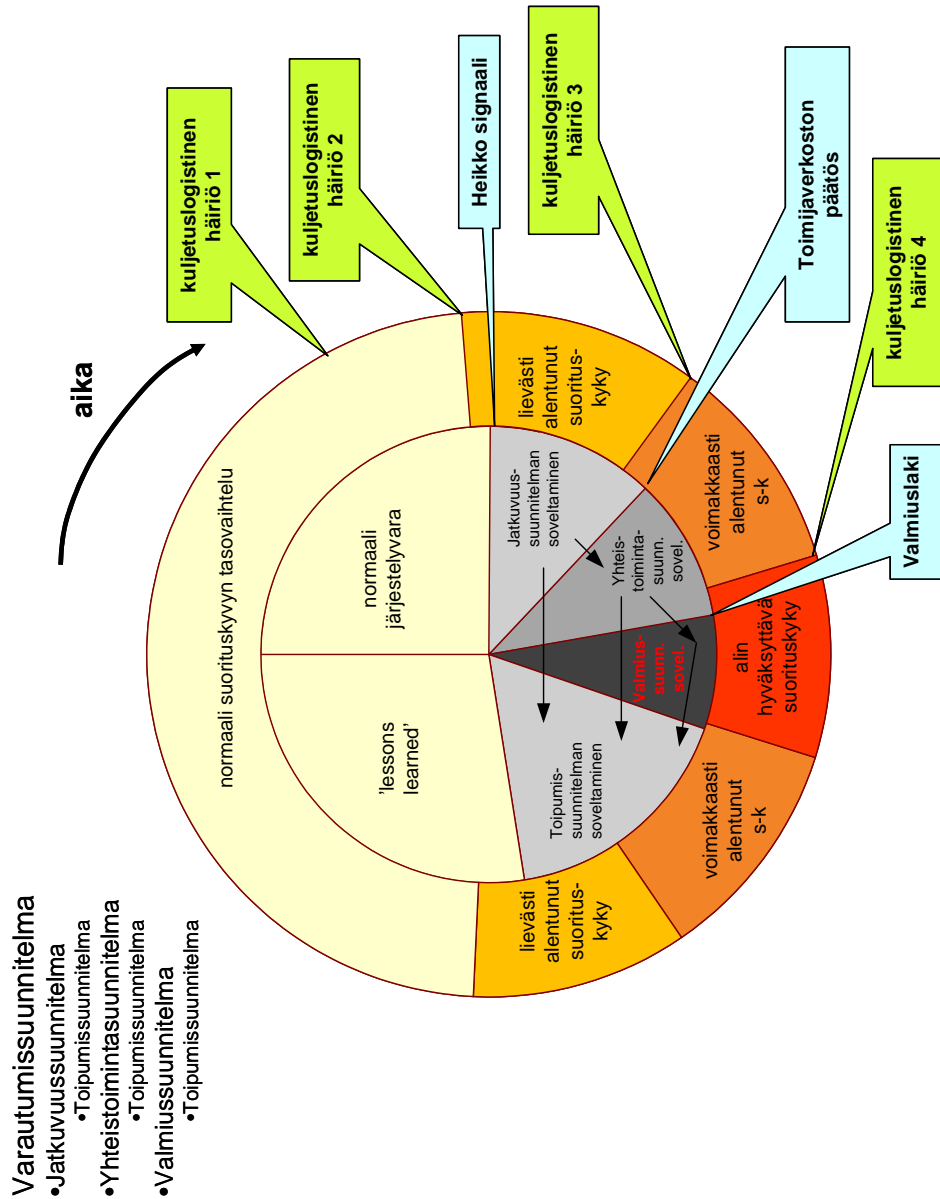


Kuva 6. Vastatoimenpiteiden vaikutus uhkaskenaarioiden riskeihin.

Liite 2/A: Riskianalyysin koostelomake

Riskianalyysi							
Uhka-analyysi			Haavoittuvuusanalyysi		Riskin estimointi		
Uhkaskenaario (U)	Tyyppi	p_U	t	Häiriön kuvaus	Vakavuusluokkien todennäköisyydet p_{VjU} V_U	Riskiindeksi $R_U \in [0,7]$	Riskienhallinnan toimenpide-ehdotukset
Huoltoala X Uhkaskenaario X1 . .					p_0 p_1 p_2 p_3 Huom. $\sum p_k = 1$		Toimenpide-ehdotus X1
Huoltoala Y Uhkaskenaario Y1 . .							Toimenpide-ehdotus Y1

Liite 2/B: Varautumissuunnitelmien soveltaminen suorituskyvyn heikkenemisen funktiona



Tekijä(t) Rosqvist, Tony, Tuominen, Risto & Sarsama, Janne		
Nimeke Huoltovarmuuden turvaamiseen tähtäävä logistisen järjestelmän riskianalyyssimenetelmä		
Tiivistelmä Tutkimustyön tuloksena on kehitetty logistiikan huoltovarmuuden tarkastelemiseksi riskianalyyssimenetelmä sekä laajempaan kokonaisuuteen kuvaus menetelmään liittyvästä riskienhallintaprosessista. Riskianalyyssin vaiheet ovat uhka-analyysi, haavoittuvuusanalyysi ja riskin estimointi. Jokaiseen vaiheeseen liittyy kvantitatiivisten parametrien arviointi. Parametrien avulla lasketaan riskianalyyssin lopussa riski-indeksi. Riski-indeksi kuvaa tarkastellun uhkaskenaarion merkittävyyttä riskin suhteen. Priorisoitujen uhkaskenaarioiden osalta voidaan tunnistaa riskienhallinnan toimenpiteitä logistiikan huoltovarmuuden toimenpideohjelman laadittaessa. Riskianalyysi on perusluonteeltaan skenaariopohjainen. Näin ollen riskianalyyssin tulokset riippuvat olennaisesti haastattavien logistiikka-alan asiantuntijoiden kokemuksesta ja kyvystä tuottaa riskianalyyssin vaatimia tietoja ja kvantitatiivisia arvioita. Riskianalyyssimenetelmää kehitettiin erityisesti ”Yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen turvaamisen strategia (YETTS)” -dokumentissa lueteltujen logistiseen järjestelmään liittyvien uhkien analysoimiseksi normaaliolojen ja vakavien häiriöiden näkökulmasta. Alustavat kokemukset riskianalyyssimenetelmästä kahdenkeskisten haastattelujen perusteella ovat myönteisiä. Toisaalta on ollut havaittavissa, että ryhmätyöympäristössä kvantitatiivinen arviointi koetaan vaikeaksi. Tämä on syytä ottaa huomioon asiantuntijaistuntoja valmisteltaessa ja ennakoaineistoa laadittaessa.		
ISBN 951-38-6839-7 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)		
Avainnimeke ja ISSN VTT Publications 1455-0849 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)		Projektinnumero
Julkaisuaika Helmikuu 2008 2., korjattu painos	Kieli Suomi	Sivuja 65 s. + liitt. 15 s.
Projektin nimi Logistiikan huoltovarmuuden uhat (LOGHU)		Toimeksiantaja(t) Maanpuolustuksen tieteellinen neuvottelukunta, Huoltovarmuuskeskus, Puolustusvoimat/ Pääsikunta, liikenne- ja viestintäministeriö
Avainsanat security of supply, logistics risk assessment		Julkaisija VTT PL 1000, 02044 VTT Puh. 020 722 4520 Faksi 020 722 4374

Tutkimustyön tuloksena on kehitetty logistiikan huoltovarmuuden analysoimiseksi riskianalyysimenetelmä sekä yleisellä tasolla riskienhallinnan prosessi, johon riskianalyysi osana kuuluu. Riskianalyysin perusvaiheet ovat uhka-analyysi, haavoittuvuusanalyysi ja riskin estimointi. Jokaiseen vaiheeseen liittyy kvantitatiivisten parametrien arviointi, ja sen perusteella riskianalyysin lopussa lasketaan riski-indeksi. Riski-indeksi kuvaa määrittelyyn uhkaskenaarion merkittävyyttä riskin suhteen. Priorisoitujen uhkaskenaarioiden osalta voidaan tunnistaa riskienhallinnan toimenpiteitä logistiikan huoltovarmuuden toimenpide-ohjelmaa laadittaessa. Riskianalyysi on perusluonteeltaan skenaariopohjainen. Näin ollen riskianalyysin kattavuus riippuu olennaisesti haastateltavien logistiikka-alan asiantuntijoiden kokemuksesta ja kyvystä tuottaa riskianalyysin vaatimia tietoja ja kvantitatiivisia arvioita. Alustavat kokemukset riskianalyysimenetelmästä kahdenkeskisten haastattelujen perusteella ovat myönteisiä.

VTT
PL 1000
02044 VTT
Puh. 020 722 4404
Faksi 020 722 4374

VTT
PB 1000
02044 VTT
Tel. 020 722 4404
Fax 020 722 4374

VTT
P.O. Box 1000
FI-02044 VTT, Finland
Phone internat. + 358 20 722 4404
Fax + 358 20 722 4374
