

# MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

## TULEVAISUUDEN SODANKÄYNNIN VAATIMUKSET HEITINAJONEUVOLLE

Tutkielma

Kadetti  
Erkka Vesanen

Kadettikurssi 93  
Jalkaväkilinja

Huhtikuu 2009

## MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

Kurssi Kadettikurssi 93	Linja Jalkaväkilinja
Tekijä Kadetti Erkki Vesanen	
Opinnäytetyön nimi <b>TULEVAISUUDEN SODANKÄYNNIN VAATIMUKSET HEITINAJONEUVOLLE</b>	
Oppiaine, johon työ liittyy Sotatekniikka	Säilytyspaikka Kurssikirjasto (MPKK:n kirjasto)
Aika 28.04 2009	Tekstisivuja 22 Liitesivuja 0
<b>TIIVISTELMÄ</b> <p>Tulevaisuudessa kranaatinheittimistön rooli tulee säilymään pitkälti sellaisena, mitä se on jo tänä päivänä. Tulevaisuuden taistelukenttä asettaa kuitenkin omilla muutoksillaan erinäköisiä kehitystarpeita, joita tutkimuksessa pyritään tuomaan esille.</p> <p>Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, millaisia heitinajoneuvojen tulisi olla tulevaisuudessa, ja minkälaisia mahdollisuuksia näitä ajoneuvoja on kehittää. Tutkimuksessa käsitellään heitinajoneuvoja neljän suuremman kokonaisuuden valossa; liikkuvuuden, tulivoiman, suojan sekä johtamisen näkökulmista. Näissä etsitään teknologisia kehitysnäkymiä joita pyritään peilaamaan tulevaisuuden kranaatinheittimistön käyttökohteisiin. Tutkimuksessa käsitellään myös tulevaisuuden taistelukenttää, josta pyritään löytämään heittimistön rooli ja käyttö.</p> <p>Tutkimusmenetelmänä on asiakirjatutkimus. Tutkimus on rajattu käsittelemään ainoastaan pyörälustaisia heitinajoneuvoja, sillä kehityksen painopisteen ennustetaan olevan niissä. Heitinajoneuvoissa, kuten muissakin ajoneuvoissa kehitys menee teknologian kehityksen mukana jatkuvasti eteenpäin. Tutkimuksessa esitellään millaisia muutoksia on syytä saavuttaa, sekä millaisia muutoksia on odotettavissa. Tutkimuksessa tulee esille, että ajoneuvokehitys on aina täynnä kompromisseja. Tutkimuksen perusteella voidaan olettaa heitinajoneuvojen kehityksen keskittyvän jatkossa liikkuvuuden parantamiseen. Samoin kehittyneen johtamisjärjestelmän integroiminen heitinajoneuvoon on todennäköistä lähitulevaisuudessa.</p>	
<b>AVAINSANAT</b> Heittimet, taistelukenttä, kranaatinheitinajoneuvo	

<b>TULEVAISUUDEN SODANKÄYNNIN VAATIMUKSET HEITINAJONEUVOLLE .....</b>	<b>4</b>
<b>1. JOHDANTO .....</b>	<b>4</b>
1.1 Tutkimuksen taustat .....	4
1.2 Tutkimuskysymykset .....	4
1.3 Tutkimusmenetelmät ja lähdeaineisto.....	5
1.4 Tutkimuksen rajaus .....	5
<b>2. TULEVAISUUDEN SODANKÄYNTI .....</b>	<b>6</b>
2.1 Sodankäynnin trendejä.....	6
2.2 Taistelutila maatasolla .....	8
2.3 Tulevaisuuden yhtymä.....	9
2.3.1 Tulivoima .....	10
2.3.2 Suoja.....	10
2.3.3 Johtaminen.....	11
<b>3. VAATIMUKSIA KRH-JÄRJESTELMÄLLE .....</b>	<b>12</b>
3.1 Yleistä.....	12
3.2 Ajoneuvojen ja lavettien vaatimukset tulevaisuudessa.....	13
3.3 Liikkuvuus .....	15
3.3.1 Toimintasäde, nopeus ja paino .....	15
3.3.2 Polttoainetalous .....	15
3.3.3 Ajettavuuteen vaikuttavat tekijät .....	16
3.3.4 Alusta ja jousitus .....	16
3.3.5 Moottori ja voimansiirto.....	17
3.4 Tulivoima .....	18
3.4.1 Ampumatarvikkeet .....	19
3.4.2 Ammunnanhallinta .....	19
3.5 Suoja.....	20
3.5.1 Panssarointi .....	21
3.5.2 Maastouttaminen ja häivetekniikka .....	21
3.5.3 NBC-suoja .....	21
3.6 Johtaminen .....	22
3.6.1 Paikkatieto .....	22
3.6.2 Tiedon vastaanotto/lähettäminen sekä käsittely .....	23
<b>4. JOHTOPÄÄTÖKSET .....</b>	<b>23</b>
<b>5. LÄHTEET .....</b>	<b>26</b>

# **TULEVAISUUDEN SODANKÄYNNIN VAATIMUKSET HEITINAJONEUVOLLE**

## **1. JOHDANTO**

### **1.1 Tutkimuksen taustat**

Kranaatinheittimistöissä on tapahtunut suuria muutoksia, kun pyöräalustaiset heitinajoneuvot ovat tulleet sodankäynnin kuvaan mukaan. Vaikka nämä sinänsä ovat isoja kehitysaskelaita, on kuitenkin syytä miettiä, kuinka heitinajoneuvoja tulisi kehittää vastaamaan tulevaisuuden sodankäynnin vaatimuksiin. Tulevaisuuden sodankäyntiä on tutkittu ja mallinnettu paljon, ja on selkeästi havaittavissa, että muutokset tulevat olemaan suuria varsinkin teknisestä näkökulmasta. Heitinajoneuvojen käyttöä tulevaisuudessa ei ole juuri tutkittu, joten tutkimuksessa on mahdollista löytää käyttökelpoisia parannusehdotuksia heitinajoneuvojen valmistajalle. Työn edetessä alkuperäinen ajatus tutkia AMOS-heitinajoneuvon sopivuutta tulevaisuuden sodankäynnin haasteisiin on vaihtunut keskusteltuani kapteeni Sami Koverolan ja kapteeni Jukka Kärnän kanssa tutkielmastani. Heidän kommenttinsa perusteella päädyin ratkaisuun, että on viisaampaa tutkia heitinajoneuvoja yleisesti, sillä tulevaisuudessa tullaan kehittämään varmasti uusia konsepteja ja malleja, jotka rakennetaan tulevaisuuden asettamien vaatimusten mukaisesti.

### **1.2 Tutkimuskysymykset**

Epäsuoran tulen eri järjestelmien kehitys tapahtuu erilaisten operatiivisten vaatimusten perusteelle. Viimeaikoina tapahtunutta kehitystä on ohjannut selkeästi vaatimukset liikkuvuuden parantamisesta, syvälle tapahtuvasta vaikuttamisesta, sekä tappioiden välttämisestä. Aivan viime vuosina on kuitenkin ryhdytty kehittämään erityisesti raskaiden kranaatinheitinten ominaisuuksia vastaamaan panssaroitujen ja taistelujoneuvojilla etenevien jalkaväkirykmenttien liikkuvuutta. [2] Tämä ajattelu ohjaa tutkimusta ja tutkimuskysymyksiä valittuun suuntaan.

Tutkimuksen pääkysymys on:

1) Mitä vaatimuksia tulevaisuuden sodankäynti asettaa heitinajoneuville?

Alakysymyksiä ovat:

2.1) Minkälaista on tulevaisuuden sodankäynti?

2.2) Minkälaisia vaatimuksia tulevaisuuden sodankäynti asettaa heitinajoneuvojen:

2.2.1) Liikkuvuudelle?

2.2.2) Tulivoimalle?

2.2.3) Suojalle?

2.2.4) Johtamiselle?

### 1.3 Tutkimusmenetelmät ja lähdeaineisto

Tutkimuksessa käytetään tutkimusmenetelmänä asiakirja- ja kirjallisuustutkimusta.

Pääasiallisina lähteinä on tulevaisuuden taistelukenttää kuvattaessa käytetty Ari Laaksosen diplomityötä ”Liikkuvuus 2030- tulevaisuuden taisteluajoneuvojen taktiset ja operatiiviset suoritusvaatimukset”, sekä Jorma Saarelainen, Timo Saarinen ja Heikki

Taavitsainen: ”Aseellinen taistelu 2020”.

Tulevaisuuden kehitysnäkymiä tutkiessa pääasialliset ja käytetyimmät lähteet ovat olleet:

Timo Kaukoranta, Jukka Hautala ja Timo Kakkola: ”Taisteluvälineet 2020” sekä molemmat Sotatekniset arviot ja ennusteet, eli STAE 2020 ja STAE 2025.

### 1.4 Tutkimuksen rajaus

Tutkimuksessa pyritään selvittämään tulevaisuuden sodankäynnin asettamat vaatimukset heitinajoneuvoille. Vaatimukset ovat pääasiassa asetettu korkean teknologian asevoimien näkökulmasta, koska on erittäin todennäköistä, että erilaiset heitinajoneuvoratkaisut tulevaisuudessa tulevat kuulumaan osana edellä mainittuja asevoimia. Painopiste tutkimuksessa on pyörillä kulkevissa ratkaisuissa, koska nykyisellään kehittämisen painopiste on keveiden ja keskiraskaiden nopean toiminnan yhtymien varustamisessa pyöräalustaisilla taisteluajoneuvoilla.[4] Tutkimuksessa keskitytään liikkuvuuden, tulivoiman, suojan ja johtamisen asettamiin vaatimuksiin, sekä pyritään löytämään edellä mainituilla osa-alueilla mahdollisia kehittämistarpeita.

## 2. TULEVAISUUDEN SODANKÄYNTI

### 2.1 Sodankäynnin trendejä

NATO:n tulevaisuuden sodankäyntiä arvioiva tutkimus määrittelee sodan kuvan kehitykselle kaksi päätrendiä. Ensimmäinen muodostuu perinteisen kriisin mallista, eli laajamittaisesta aseellisesta konfliktista kahden hyvin varustellun ja koulutetun mekanisoidun armeijan välillä. Tämä edellyttää pitkäaikaista suunnittelua ja jatkuvaa investointia asevoimien ylläpitämiseksi. Toinen kehitystrendi on valtiollisten ja ei-valtiollisten toimijoiden turvautuminen rikoksiin ja terroritoimiin päämääriensä saavuttamiseksi, koska ne edellyttävät vähemmän investointeja ja halvempia resursseja. Tämä toinen trendi tulee yhä merkittävämmäksi, koska korkeateknologisen sodankäynnin edellyttämät kustannukset kasvavat jatkuvasti. [4]

Korkean teknologian asevoimat joutuvat valmistautumaan sotaan toista sotilaallista asevoimaa vastaan. Mallille on ominaista määrältään vähäisempien, mutta suorituskykyisempien joukkojen ja asejärjestelmien käyttö. Pienet joukot, suorituskykyiset sensorit ja pitkän kantaman täsmäasejärjestelmät lisäävät tulevaisuudessa suuntausta kohti hajautetumpia joukkoja, tyhjempiä taistelutilaa ja suurempaa taktista liikkuvuutta. Puuttuvat rintamalinjat sekä maa- ja ilmakomponentin välisen rajan hämärtyminen lisäävät olennaisesti tilannetietoisuuden ja tunnistusjärjestelmien tarvetta.[4]

Jälkimmäinen trendi käsittää korkean teknologian sekä ei-valtiollisten asevoimien kesken käytävät asymmetriset sodat. Ei-valtiolliset joukot ovat valmiita pitkittettyyn sotaan vastustajan väsyttämiseksi. Ne ovat varustettu monipuolisella arsenaalilla aina joukkotuhoaseisiin saakka. Aseistuksensa myötä nämä joukot kykenevät myös tarkkaan asevaikutukseen. Massatuhoaseiden yleisyys ja maaliin toimittamisen helppous lisää erityisesti biologisten ja kemiallisten aseiden käytön todennäköisyyttä. Asymmetriselle sodankäynnille ovat ominaisia myös asutuskeskustaistelut, jotka korostavat keveiden jalkaväki- ja erikoisjoukkojen merkitystä. [4] Myös monissa erilaisissa tehtävissä joudutaan toimimaan alueilla, joissa ihmiset asuvat. [5]

Taktisella tasolla taistelu jälkimmäisen trendin mukaisessa sodankäynnissä perustuu hallitsevaan liikkeeseen sekä tarkkaan vaikuttamiseen. Ratkaisevissa operaatioissa ideana ovat yhdenaikaiset, kaikkien aselajien ilma-maa operaatiot. Liikkeellä etsitään vihollinen, isketään hajautetusti ja yllättävästi tulta ja liikettä hyödyntäen. Vaikutus perustuu kuluttamiseen ja näännyttämiseen, sekä sillä pyritään riistämään aloite viholliselta. Tavoitteena on vihollisen

hajaantuminen, suojautuminen ja antautuminen. Samalla vihollisjoukkojen liike estetään omilla iskuilla ja vihollinen tuhoaan tai se antautuu. [7]

Sodankäynnin muotoja tulevaisuuden trendeissä:

- liikkuvuuden korostuminen kaikilla tasoilla
- joukkojen koon pienentyminen ja suorituskyvyn kasvaminen
- joustavuus – kyky kohdata erilaisia vastustajia erityyppisissä toimintaympäristöissä
- verkostoitunut sodankäynti (sensori-päätöksenteko-asejärjestelmä)
- hajauttamisen ja liikkuvuuden korostuminen heijastuu kehitystarpeina johtamis- ja huoltojärjestelmissä
- syvä ja yhdenaikainen vaikuttaminen vastustajaan
- vaikuttamisen etäisyyden ja tarkkuuden voimakas kehittyminen sekä tulen liike
- taistelukentän fragmentoituminen aseiden tehon ja tuhovoiman kasvaessa
- laajenevan taistelutilan hallinta ja hyödyntäminen
- informaation hallinnan korostuminen
- yksinkertaisten alustojen käyttö kehittyneiden aseiden kuljetuksessa
- avaruuden hyödyntäminen erityisesti tiedustelussa [4]

Sodan kuvan kehityksestä huolimatta on edelleen osoitettavissa, että maavoimilla ja erityisesti mekanisoiduilla joukoilla on edelleen keskeinen osa sodankäynnissä. Vaatimus alueiden valtaamisesta sekä valvonnasta edellyttää viimekädessä vielä pitkään joukkojen läsnäoloa, joilla on riittävä liikkuvuus, tulivoima ja suoja. Teknologia lisää maajoukkojen taisteluetaisyyksiä, vaikuttavuutta ja parantaa tilannekuvaa, joka mahdollistaa joukkorakenteiden madaltamisen ja keventämisen. [4] Teknologian kehittyminen on muutoinkin saanut aikaan muutoksen määrästä laatuun. Myös erilaisten ohjelmistojen käyttö on lisääntynyt huomattavasti, ja näin ollen monimutkaistanut sodankäyntiä ja siihen liittyvää tekniikkaa. [11]

Tekniikan kehittyminen tulee korostamaan joustavien ja liikkuvien mekanisoitujen joukkojen käyttöä. Yhdistämällä näihin nykyaikaisten asejärjestelmien suorituskyvyt sekä suoja kyetään alueiden valtaamiseen ja valvontaan kykeneville maajoukoille täyttämään tulevaisuuden sodankäynnin edellyttämät tarpeet. [4]

## 2.2 Taistelutila maatasolla

”Taistelutila (battlespace) on yhtymän vastuualue ja sitä ympäröivä tila, jossa yhtymä voi omin, ylemmän johtoportaana ja naapureidensa menettelytavoin vaikuttaa yhtymää vastaan toimivaan viholliseen. Saatuaan tehtävän ja vastuualueen yhtymän komentaja hahmottelee mielessään yhtymän taistelutilan, sen asettamat vaatimukset omalle operaatiolle, yhteistoimintatarpeet naapureiden kanssa ja esitykset ylemmälle johtoportaalle, jotka komentaja esittää päätöksessään.” [13]

Nykyään maatasolle ominaista on syvyys ja joukkojen hajanaisuus. Tämä korostaa taisteluliikkeiden ja tulenkäytön merkitystä menestyksen saavuttamisessa.

Lähitulevaisuudessa mekanisoidut joukot, joilla on etulyöntiasema tavanomaiseen jalkaväkeen nähden tulivoiman, suojan ja liikkuvuuden osalta, tulevat todennäköisesti muodostamaan tärkeän osan sotilaallisesta voimasta. [10] Tämänkaltaisilla joukoilla tulisi kyetä vastaamaan maatason asettamiin haasteisiin erityisesti liikkuvuuden osalta. [6]

Tulenkäytön osalta maatasolla on tapahtunut kehitystä erityisesti epäsuorantulen kantaman, tehon, tarkkuuden ja lavettien liikkuvuuden osalta. Nils Marius Rekkedal in teoksessa Nykyaikainen sotataito- Sotilaallinen voima muutoksessa on esitetty taulukko eri asejärjestelmien kantamasta. Epäsuorantulen tehoa ja vaikutusta maalissa on lisännyt erityisesti 1980-luvulla yleistyneet siroteaseet, joiden tuho vaikutus on laajempi kuin tavanomaisilla ampumatarvikkeilla. Siroteilla on myös heikkoutensa kuten leviäminen liian laajalle alueelle ja suuri todennäköisyys siihen, että räjähtämättömien ampumatarvikkeita jää maastoon. Näitä heikkouksia on pyritty paikkaamaan ja tehoa lisäämään hakeutuvien ampumatarvikkeiden kehittälyllä. [6]

Yhdysvaltalaisesta näkökulmasta maataistelulle on neljä tyypillistä piirrettä:

- Uloottuvuus. Vihollisen joukkoihin pidetään kosketus koko taistelualueella ja sen syvyydessä. Joukoilla tehdään yhdenaikaisia sekä peräkkäisiä operaatioita vierekkäisillä ja erillisillä operaatioalueilla. Ratkaisevien maastonkohtien, tulen, liikkeen ja muun taisteluvoiman avulla vihollinen lyödään tai tuhotaan.
- Ajallinen kesto. Maataistelua pidetään toistuvana ja jatkuvana. Se pitää sisällään vihollisen saattamisen kykenemättömäksi tai haluttomaksi jatkamaan aikaisempaa toimintaansa
- Maasto. Taistelut käydään hyvin vaihtelevissa maasto-olosuhteissa tai asutuskeskuksissa. Tästä syystä maataistelunkuva on hyvin erilainen kun sitä verrataan toimintaan ilmasta,



mereltä tai avaruudesta käsin. Toimintaa suunniteltaessa tulee huomioida näkyvyys, maaston rikkonaisuus ja sään sekä ilmaston vaikutus.

- Pysyvyys. Maataistelu vaatii jatkuvaa maa-alueen haltuunottoa ja turvaamista. Maa-alueen hallinnan kautta saavutetaan kyky kontrolloida väestöä ja toimintoja sekä luodaan edellytykset operaation vaikutuksen pysyvyydelle. [12]

Maavoimien taisteluvoima muodostuu viidestä eri tekijästä: taisteluliikkeestä, tulivoimasta, johtamisesta, suojasta ja informaatiosta. Vihollisen lyöminen vaatii näiden elementtien käyttämistä ratkaisevaan aikaan, ratkaisevassa paikassa. Näin luodaan tilanne, jossa vihollisella on vastassaan ylivoimainen vastus, eikä se kykene pitämään yllä johdonmukaista vastarintaa. Synkronoimalla taisteluvoiman eri osien käyttö minimoidaan varmimmin omat tappiot. [6]

## 2.3 Tulevaisuuden yhtymä

Tässä esiteltävä yhtymä on itsenäisiin ja liikkuviin operaatioihin kykenevä maavoimien yhtymä, esimerkiksi armeijakunta. Yhtymän kokoonpano muodostuu välittömästi toimintakykyisistä taktisen tason joukoista ja sen henkilöstöstä pääosa on ammattisotilaita. Yhtymään kuuluu 3 mekanisoitua prikaatia, maahanlaskudivisioona, ilmarynnäkködivisioona ja lentoprikaati, sekä aselaji-, tuki- ja huoltojoukkoja. Yhtymää voidaan käyttää kaiken tyyppisissä sodissa ja alempiasteisissa kriisitilanteissa sekä erikoisoperaatioissa. Yhtymän toiminta-alue on 100-300 x 100-300 km. Mekanisoitu prikaati (n. 4000 miestä) koostuu pääosin pyöräajoneuvoista, kuten rynnäkö-, ohjus-, kranaatinheitin- ja tiedusteluvaunuista. Se kykenee siirtymään ajoneuvoillaan maitse 400-500 km vuorokaudessa. Mekanisoitua prikaattia käytetään tunkeutumaan nopeasti vastustajan heikosta kohdasta selustaan, tai se voidaan myös keskittää suoraan syvyyteen tehtävänä tuhota reservit ja johtamispaikat. Operatiivinen yhtymä pyrkii saavuttamaan informaatioylivoiman ja ilmaherruuden jo ennen taistelun alkamista. Tavoitteeseen pyritään nopeilla ja yllättävillä liikkeillä, jotka suunnataan heikosti puolustettujen kautta. Taktisella tasolla pyritään iskemään hajautetusti ja yllättävästi tulella ja liikkeellä, tavoitteena vastustajan tuhoaminen tai sen antautuminen. Taisteluun sitoutumista sekä omia tappioita yritetään välttää mahdollisimman paljon. [7]

### 2.3.1 Tulivoima

Tulivoima on oleellisin osa taisteluvoimaa kun pyritään lamauttamaan vihollisen kyky ja tahto taisteluun. Modernien suora-ammunta ja epäsuorantulen asejärjestelmien lisääntyneet kantama, tarkkuus ja kykenevyys tekevät tulivaikutuksesta tappavamman kuin koskaan aikaisemmin. Taktisella tulenkäytöllä neutraloidaan vihollisen joukot, estetään sen tulenkäyttö ja häiritään sen liikettä sekä luodaan edellytykset ratkaisevaan lähitaisteluun. Tulenkäytön tavoitteena on saada mahdollisimman yhdenaikainen tulivaikutus useaan kohteeseen siten, että tulenkäyttö on synkronisoitu muun toiminnan kanssa. Tehokkaan tulenkäytön mahdollistavat hyvin koulutetut, tehokkaasti johdetut ja hyvän tilannetietoisuuden omaavat yksiköt. Tulivoiman osalta ratkaisevaa ei ole niinkään asejärjestelmien lukumäärä, vaan se miten eri aselajien ja puolustushaarojen tulenkäyttö saadaan yhdistettyä massoitetuksi tulivaikutukseksi. [12] [6]

Tulenkäytössä pyritään yllättävyyteen, maksimaaliseen tehoon sekä shokkivaikutukseen. Tulenkäyttöön liittyy muun muassa elektronisten häirintälähettimien levittäminen sekä kaukosuluttaminen. Tuliyksiköitä siirretään hyökkäyksen mukana, jolloin niiden käytettävyys paranee. Tulenkäyttö toteutetaan lyhytaikaisina ja kiivaina tuli-iskuina vaihtuvilta tuliasema-alueilta. [7]

### 2.3.2 Suoja

Suojan avulla pyritään säilyttämään taisteluvoima siten, että sitä pystytään käyttämään ratkaisevissa tilanteissa. Suoja koostuu neljästä eri elementistä: joukkojen suojasta, kenttä kurista, turvallisuudesta ja oman tulen tuottamien tappioiden välttämisestä. [6] Tärkein suojan osa-alue on vihollisen aiheuttaman tulivaikutuksen minimoiminen. [12] Yhtymä pyrkii välttämään paljastumista, estämään siihen kohdistuvan tiedustelun ja välttämään vastustajan iskuja sekä selviämään niistä. Suojautumisen keinoja ovat muun muassa liikkeen suuntaaminen lähitaisteluja välttäen, nopeus, sekä toiminnallinen ja rakenteellinen suojaus. Järjestelmien suojaan kuuluvat havaitsemista estävien materiaalien käyttö, ympäristön mukaan muuttuvat pinnoitteet, sekä NBC-suoja. [7]

### 2.3.3 Johtaminen

Operatiivisen yhtymän johtamisjärjestelmä on suunniteltu käsittelemään ja analysoimaan rajaton määrä tietoa nopeasti päätöksenteon tueksi kaikilla tasoilla. Tässä esitetty järjestelmä mukailee yhdysvaltalaisen maavoimien taistelunjohtajärjestelmän (ABCS) periaatteita. Prikaatin ja sitä alemman tason järjestelmä toimii jatkuvan tietovuon periaatteella joukon toiminta-alueella. Se muodostuu taktisen tason tilannekuvan muodostamisen ja johtamisen työkaluista, paikkatietojärjestelmästä, tietoliikennejärjestelmästä ja omatunnistusjärjestelmästä. Se välittää taktisille yksiköille tilanteen, tehtävät ja muun tarvittavan tiedon langattomasti taktisen internetin välityksellä. [7]

Alemmalle tasolle mentäessä on tarkasteltava pataljoonan sekä komppanian toimintaa ja sitä, minkälaisia suoritusvaatimuksia näille asetetaan. Panssaroidun pataljoonan on kyettävä toimimaan osana prikaatin operaatiota, itsenäisiin tehtäviin tai ottamaan johtoonsa epäsuoran tulen yksiköitä sekä ilmatorjunnan ja muodostamaan taisteluosaston. Sen on myös kyettävä lyömään kohtaamistaistelussa mekanisoitu jalkaväkipataljoona tai vastaava, suojaa, nopeutta, tulivoimaa ja paikallista ylivoimaa käyttäen.[3]

Pataljoonan taistelussa korostuvat tulenaloituksen ja tulen keskittämisen nopeus. Tulen avaamiseen liikkeestä olisi myös kyettävä. Nopeat tilannevaihtelut edellyttävät myös tulen keskittämistä nopeasti painopistealueille tai tulen jakamista useammalle alueelle.[3]

Tärkeää on oman tuliyksikön tulenkäyttö vihollisen syvyyteen ja alueille, joihin ei pystytä vaikuttamaan omalla suora-ammuntatulella. Pataljoonan epäsuoran tulenkäytön päämääränä on sekä tappioiden tuottaminen että ajan voittamiseksi. Tämän päämäärän saavuttamiseksi tulee päästä nopeasti ja yksinkertaisin menetelmin keskitettyyn vaikutusammuntaan. Tämä edellyttää hyvää tulenkäytön valmistelua.[3]

Pataljoonan tukemisessa epäsuoralla tulella korostuvat seuraavat periaatteet:

1. Nopea tulen avaus ja vihollisen saattaminen tulivaikutuksen alle
2. Taistelualueen eristäminen
3. Vihollisen lamauttaminen
4. Vastahyökkäyksen estäminen tai vihollisen reservin toiminnan estäminen [3]

Kranaatinheitinkomppanialla voi olla käytössä seuraavia erikoisampumatarvikkeita:

- pitkän kantaman laukauksia

- herätesytyttimiä
- kuorma-ammuksia
- valoammuksia
- savuammuksia [3]

### **3. VAATIMUKSIA KRH-JÄRJESTELMÄLLE**

#### **3.1 Yleistä**

Tulevaisuuden taistelukentän moniulotteisuus sekä maalien nopea liike ja niiden kehittyneet suojajärjestelmät vaativat tehokkaiden taistelukärkien toimittamista maalikohteeseen mahdollisimman tarkasti oikealla hetkellä yhä pidemmällä ampumaetäisyyksillä. [8]

Kranaatinheitinaseen kehityksessä ei ole näköpiirissä yhtä suurta muutosta kuin toteutunut kranaatinheitinjärjestelmiin siirtyminen. Muutoksesta huolimatta perinteisen kranaatinheittimen käyttö jatkuu vielä tulevaisuudessa. Krh-järjestelmien kehityksessä keskitytään ensisijaisesti hyödyntämään ja asteittain käyttöönottamaan tällä hetkellä näköpiirissä olevia teknologioita ja luomaan pohjaa luotettavuuden parantamiselle sekä kansainvälisille standardeille. Kalustokehitys painottuu massan ja tilavuuden pienentämiseen, sekä modulaarisuuden lisäämiseen. Automaatiotasoa nostamalla kyetään myös rajoittamaan miehistön lukumäärää. Suuri painotus on myös informaatio- ja ammunnanhallintajärjestelmien jatkokehittämisessä, tehokkaampien ampumatarvikkeiden käyttöönotossa sekä häiveteknologiassa. Kehitystyöllä tähdätään yhä parempaan tehokkuuteen sekä kasvavaan autonomiaan taistelukentällä.

Kranaatinheitinjärjestelmällä tarkoitetaan tässä yhteydessä ase- ja ampumatarvikkeen, alustan ja ammunnanhallinnan muodostamaa kokonaisuutta. Tällä hetkellä kranaatinheitinjärjestelmien kehitystyö keskittyy NBC-suojan-, liikkuvuuden-, tulinopeuden- ja kantaman parantamiseen sekä ammunnanhallinnan integrointiin. Modulaarisuus on keskeinen osa tulevaisuuden krh-järjestelmää. Tällöin tilaaja voi määrittää kaliiperin, omasuojan tason, ampumatarvikemäärän ja laadun, automaation tason sekä miehistön lukumäärän vaikuttamatta olennaisesti järjestelmän toimivuuteen. Asetekninen keino modulaarisuuteen pyrittäessä on kehittää joustolaitteita ja kehtorakenteita, jotka mahdollistavat ase- ja ammunnanhallintajärjestelmän integroinnin yhä kevyempiin kuljetusalustoihin. [8] Yhä useammin kranaatinheittimistöön tehtäviin perinteisestä elävää

voimaa vastaan käytöstä kuuluvat myös tärkeiden pistemaalien tuhoaminen sekä panssarintorjunnan tehtävät. [2]

### 3.2 Ajoneuvojen ja lavettien vaatimukset tulevaisuudessa

Sotilastekniset ja -taktiset vaatimukset panssaroiduille ajoneuvoille lisääntyvät jatkuvasti. Nämä uusien ajoneuvomallien konsepteissa ja eri osajärjestelmissä huomioonotettavat vaatimukset voidaan jakaa neljään osaan:

- uudet sotilasteknologiat, sähköiset ase- ja suojajärjestelmät.
- miehittämätön ajoneuvon hallinta ja etäkäyttö sekä etäkäytettävien laitteiden hallinta ajoneuvosta.
- perusvaatimukset, kuten muun muassa maastoliikkuvuus-, toimintamatka- ja selviytymiskykyvaatimukset, ajoneuvojen uudet käyttöolosuhteet, esimerkiksi asutuskeskustoiminta.
- ajoneuvon monikäyttöominaisuudet, joissa ajoneuvolavettia voidaan käyttää useiden eri järjestelmien alustana. Tämä ajoneuvon modulaarisuutta hyödyntävä järjestelmäalusta toimii myös alustana uusille sotilasteknologioille. [8]

Tulevaisuudessa sodassa käytettäviä ajoneuvoja kehitetään jatkuvasti, sillä muutostarpeet ovat suuret. Tuotekehitykseen vahvasti vaikuttavana periaatteena voidaan pitää Natonkin raporteissa (Kosola 2001, 28-30) esitettyä modulaarisuusvaatimusta, jonka taustalla on joukkojen ja varusteiden muuntuvuus ja muunneltavuus tehtävien, operaatioiden ja tulevaisuuden vaatimusten mukaan. Saman joukon ja kaluston pitää kyetä toimimaan perinteissä rauhanturvaamisoperaatioissa, eri asteisissa kriisienhallinta ja –estotehtävissä sekä täysimittaisen taistelun olosuhteissa. [8]

Ajoneuvonäkökulmasta merkityksellisiä tulevaisuuden painopistealueita aakkosjärjestyksessä ovat muun muassa:

- elektroniikka ja tietotekniikka, ajoneuvoissa erityisesti vetroniikka ja toimintakyky taistelukentän sähkömagneettisessa ”ilmastossa”
- hallintajärjestelmät ja miehittämätön käyttö
- häivetekniikka ja suojausjärjestelmät
- ihminen – kone vuorovaikutus
- kevytrakenteet ja materiaalit
- sensoriteknologian kehitys ja elektroninen sodankäynti
- simulointi ja virtuaalitekniikat
- sähköajoneuvoteknologiat uusien järjestelmien mahdollistajana [8]

Tärkeimpiä ominaisuuksia uusille peruslaveteille näyttävät olevan:

- sopivuus ja muuntuvuus eri tehtäviin, olosuhteisiin ja vaatimuksiin sekä alustaksi erilaisille ase- ja erikoisjärjestelmille
- mallisarjan kattavuus kuljetusajoneuvosta erikoisjärjestelmäsovelluksiin ja taistelujoneuvoihin
- erinomainen operatiivinen ja taktinen liikkuvuus kaikissa olosuhteissa
- tehokas suorituskyky ja suuri kantavuus
- tehokas tilankäyttö
- muunneltava ja vahva ballistinen ja miinasuojaus
- sisäänrakennettu kasvu- ja kehityspotentiaali ja varautuminen uusiin asennettaviin järjestelmiin [8]

Erikoisajoneuvoja suunniteltaessa on jatkuvasti pyrkimyksenä kuljetuskapasiteetin parantaminen sekä tilan käytön että kantavuuden osalta. Tulevaisuudessa miehistönkuljetukseen käytettyjen panssariajoneuvojen kehityksessä pyritään parempaan maastoliikkuvuuteen parantamalla alustarakaisuja ja teho-painosuhdetta sekä suojaukseen lähinnä perinteisen panssaroinnin keinoin. Erikoisajoneuvoissa taas tavoitellaan suurempaa kantavuutta järjestelmille ja suojan parantamista kevyemmin menetelmin, jolloin joudutaan soveltamaan kalliimpia ja teknisesti kehittyneempiä suojausjärjestelmiä. [10]

Ajoneuvon miehittämätön käyttö edellyttää:

- Sähköisesti ohjattavia ajonhallintalaitteita (veto, jarrut ja ohjaus),
- Sensorijärjestelmää, jolla voidaan määrittellä ajoneuvon ajotila, ajoneuvon toimintaympäristö ja sijainti,
- Tiedonsiirtojärjestelmää, jolla ajoneuvoon saadaan kaksisuuntainen yhteys. [10]

Miehitetyn ajoneuvon autonomiset toiminnot voidaan jakaa kolmeen luokkaan:

- Operaattoria (esimerkiksi kuljettaja) avustavat toiminnot (ajonhallintajärjestelmät, ympäristönhavainnointijärjestelmät),
- Turvallisuutta lisäävät toiminnot (varoitussjärjestelmät, kuljettajan vireystilaa tarkkailevat järjestelmät, hätäjärjestelmät),
- Autopilot (ajoneuvo kulkee itsenäisesti pitkin annettua reittiä tai valitsee reitin kohteeseen itsenäisesti). [10]

Tässä tutkimuksessa perehdytään kuitenkin edelleen miehitettyjen ajoneuvojen vaatimuksiin, sillä täysin miehittämättömät ajoneuvot vaativat erittäin paljon hienoa teknologiaa. Kuitenkin pyritään löytämään keinoja, joilla miehistön määrää voisi vähentää entisestään.

### 3.3 Liikkuvuus

Tutkimuksessa pyritään määrittelemään liikkuvuus taktisella tasolla, eli kyvystä siirtää joukkoja ja asejärjestelmiä taistelualueella ratkaisujen saavuttamiseksi. Näitä ominaisuuksia ovat esimerkiksi etenemiskyky ja kiipeämiskyky. Liikkuvuutta on syytä tarkastella toimintasäteen, nopeuden, painon ja polttoainetalouden suhteen. Myös kuljetettavuuden on syytä olla hyvä, sillä nykyiset operaatiot edellyttävät kalustolta nopeaa siirtymistä uudelle toiminta-alueelle. Tämän saavuttamiseksi heitinajoneuvon on oltava helppo kuljettaa ilmateitse. [4] Maastoliikkuvuuden parantaminen on suoraan verrannollinen ajoneuvon alustajärjestelmän ominaisuuksiin. Jousitusjärjestelmän kehittäminen passiivisesta järjestelmästä puoli- tai täysaktiiviseen järjestelmään parantaa maastoliikkuvuutta sekä suorituskykyä merkittävästi. [8]

#### 3.3.1 Toimintasäde, nopeus ja paino

Toimintasäde haluttaessa käyttää ajoneuvoa sekä taktisen että myös operatiivisen tason tarpeisiin tulee olla n. 500 km, joka tulee kyetä siirtymään vuorokauden aikana. [7] Jos ajoneuvo on varustettu sähköisellä ajovoimansiirrolla, on ajomoottoreita mahdollisuus käyttää jarruna. Jarruenergia voidaan tarvittaessa varastoida ajoneuvon energiavarastoihin. Jos energiavarastot ovat täynnä, käytetään jarruvastuksia, sähkötoimisia mekaanisia levyjarruja (EMB) tai molempia. Jarrujärjestelmän regenerointiominaisuus nostaa myös kokonaishyötysuhdetta. [8] Nykyisillä moottoreilla ja pyörillä kulkevilla ratkaisuilla saavutetaan yli 100 km/h nopeus. Tähän +100 km/h nopeuteen päästään nykyisellään teho/paino suhteen ollessa 1 kW/50 kg.

#### 3.3.2 Polttoainetalous

Tulevaisuudessa myös polttoainetalous tulee olemaan entistä tärkeämpi osa heitinajoneuvojen kehityksessä. Siviililainsäädäntö pakottaa vähentämään päästöjä, joka hidastaa teho-paino suhteen kehittymistä. Tämän takia monissa ajoneuvoissa joudutaan tekemään niin

sanottu ”dual-power” ratkaisu, jossa voidaan käyttää kahta erilaista ohjelmaa.

Ensimmäinen täyttää päästömääräykset, ja toista niin sanottua sotilastehoa käytetään vain tarpeen vaatiessa. [8]

Erikoisajoneuvoissa on keskitytty kehittämään sähkökäyttöisiä ratkaisuja. Konsepteja onkin jo olemassa ja tuotannon arvioidaan alkavan 2010-luvulla. Hybridikonsepti tuottaa järjestelmien vaatiman sähkötehon sekä samalla täyttää lavetin sähköisen voimansiirron tehontarpeen. Lisäksi saadaan hybridikonseptille ominaiset edut, polttoainetalouden, suorituskyvyn ja äänettömän toiminnan ominaisuudet. Vaikka hybridiajoneuvoilla on näitä edellä mainittuja etuja perinteisiin polttomoottoriratkaisuihin nähden, ei ole vielä varmaa, kuinka luotettavia nämä ajoneuvot sitten lopulta ovat kun niitä käytetään haastavissa olosuhteissa, kuten alttiina kosteudelle, tärinälle ja lämpötilan vaihteluille. [10]

### 3.3.3 Ajettavuuteen vaikuttavat tekijät

Ajoneuvoteknologian kehittyessä siviilipuolella nopeaa vauhtia on mahdollista varustaa myös heitinajoneuvot erilaisilla ajomukavuutta ja –turvallisuutta parantavilla laitteilla. Tällaisia voivat tulevaisuudessa olla peruutustutkat, kuljettajan vireystilaa tarkkailevat sensorit, adaptiivinen tasanopeussäädin, joka sovittaa automaattisesti ajoneuvon nopeuden edellä havaitsemansa ajoneuvon nopeuteen. [8]

### 3.3.4 Alusta ja jousitus

Kuvaavaa tulevaisuuden alustarakenteille tulee olemaan aktiivisesti tai puoliaktiivisesti muuttuvat ominaisuudet ja säädettävyys. Nykyjärjestelmistä poiketen alustan viritys ei tule enää olemaan kompromissi ristiriitaisten vaatimusten välillä. Sen sijaan ominaisuudet voidaan säätää tai ne säätyvät automaattisesti vallitsevia olosuhteita vastaavaksi. Säädettävien järjestelmien edellytyksenä on anturoinnin selvä lisääntyminen. Erilaisten kiihtyvyy-, liike- ja muiden vastaavien antureiden avulla ajoneuvon liiketilaa tarkkaillaan jatkuvasti ja tämän tiedon pohjalta jousitus-, vaimennus- ja ohjausominaisuuksia säädetään olosuhteita ja käyttötilannetta vastaavaksi. Tärkeimmät säädettävät ominaisuudet ovat vaimennus ja jousituksen jäykkyys sekä sen nolla-asema, eli käytännössä ajoneuvon maavara. [8]

Vaimennuksen säädön avulla alustan ominaisuudet voidaan sovittaa esimerkiksi nopeaan maantieajoon, hitaaseen tai nopeaan maastoajoon sekä tilanteisiin, joissa asejärjestelmän



käytölle halutaan mahdollisimman vakaa alusta. Perinteisissä hydraulisissa vaimentimissa vaimennusenergia muuttuu lämmöksi. Vaimenninelementeissä lämmöksi muuttuva energia on varsinkin epätasaisella alustalla suurella nopeudella ajettaessa melkoinen. Tämä aiheuttaa jäähtyysongelmia ja toisaalta vaimentimissa kuluva energia on poissa ajoneuvoa eteenpäin kuljettavasta energiasta. Tämän tietyissä tilanteissa ”turhan” energian hukkaamista voidaan pienentää vaimennusta pienentämällä. Toisaalta tulevaisuudessa vaimentimien liike-energia voidaan lämmön sijasta muuttaa sähköenergiaksi ja syöttää se sähkö- tai hybridiajoneuvon kyseessä ollessa takaisin esimerkiksi akustolle. Tällaisia energiaa talteenottavia sähköisiä vaimentimia kehitellään jo tällä hetkellä. Jousielementeissä tärkeimpinä ominaisuuksina ovat muuttuva ja progressiivinen joustokuvaaja ja jousielementin pituuden tai nolla-aseman säätäminen. Muuttuvaa joustokuvaajaa eli jousen jäykkyyttä käytetään samaan tapaan muuttuvan vaimennuksen kanssa jousitusominaisuuksien virittämiseksi käyttötilanteen mukaan. Progressiivinen joustokuvaaja yhdessä optimoidun jousitusgeometrian kanssa mahdollistaa pitkät joustomatkat pyörille ja sitä kautta hyvät maastoajo- ja liikkuvuusominaisuudet. Ajoneuvon korkeudensäätöjärjestelmä hyödyntää jousielementin pituuden tai nolla-aseman säätöä maavaran muuttamiseksi ajotilanteen mukaan. Säätö voidaan suorittaa kullekin pyöräasemalle erikseen, jolloin normaalin tasonsäädön lisäksi ajoneuvoa voidaan kallistella pitkittäis- ja poikittaisakselin ympäri mielivaltaisesti. Tätä ominaisuutta voidaan hyödyntää muun muassa asejärjestelmän käytön yhteydessä ylä- ja alakorotuskulman kasvattamiseksi kaltevalta pinnalta ammuttaessa. Kun jousi elementin pituutta voidaan muuttaa hyvin nopeasti ajon aikana puhutaan niin sanotusta aktiivijousituksesta. Tulevaisuudessa tällaisen järjestelmän käyttö yhdistettynä aktiiviseen vaimennuksen ja jousikuvaajan säätöön on periaatteessa mahdollista myös sotilasajoneuvoissa. Järjestelmä vaatii kuitenkin melkoisen energiantuoton erityisesti maastoajossa, jolloin tällaisen järjestelmän käytännön sovelluksia voitaneen pitää melko epätodennäköisinä. [8]

### 3.3.5 Moottori ja voimansiirto

Perinteisesti autojen voimalähteenä on käytetty mäntämoottoria joko kipinäsytytteisenä (Ottomoottori) tai puristussytytteisenä (Dieselmoottori). Moottoreiden kehitys jatkuu päämääränä entistä suuremmat ominaistehot, parempi taloudellisuus ja hallittavuus. Moottorikehityksen eteenpäin ajavana voimana ovat kaupallisen auto teollisuuden ja kuljetustoiminnan tarpeet sekä yhteiskunnan tiukentuvat ympäristö- ja taloudellisuusvaatimukset. Mäntämoottorien asemaa eivät uudet moottori keksinnöt ole kyenneet horjuttamaan niiden jatkuvan kehityksen valtavien valmistusvolyymien vuoksi.

Dieselmoottorien voidaan arvioida olevan hyöty- ja sotilas ajoneuvojen päävoimanlähteenä tarkastelujakson aikana ja vielä sen jälkeenkin. [8]

Mekaaninen voimansiirto tulee säilyttämään asemansa yleisimpänä voimansiirtoratkaisuna vielä useita vuosia. Sähköajoneuvoteknologioiden käyttöönotto tulee kuitenkin vähentämään mekaanisen voimansiirron käyttöä melko nopeasti uusissa ajoneuvoissa. Näin tapahtuu varsinkin polttokennoteknologioiden tullessa suuremmassa mittakaavassa ajoneuvokäyttöön. Näin saattaa olla jo vuonna 2020. Mekaanisella voimansiirrolla tarkoitetaan yleisesti konventionaalista voimansiirtoa, jollainen löytyy useimmista nykyisistä ajoneuvoista. Mekaaniseen voimansiirtoon liittyy tyypillisesti polttomoottori, jonka tuottamaa voimaa välitetään vaihdelaatikon kautta voimalinjaan. Voimalinja koostuu, ajoneuvotyypistä riippuen, erilaisista vetoakseleista, alennusvaihteista, tasauspyörästöistä ja napavälityksistä. Mekaaninen voimansiirto on teknologiana hyvin kypsää eikä sen perusteknologioissa ole odotettavissa oleellisia muutoksia tulevaisuudessa.

### 3.4 Tulivoima

Seuraavien 10-20 vuoden tarkastelujaksolla on odotettavissa kranaatinheittimistön a-tarvikkeisiin jonkin verran muutoksia, joilla pyritään kasvattamaan kantamaa sekä tarkkuutta. Ampumatarvikkeita (120 mm), joissa raketin työntövoimaa voidaan muuttaa lennon aikana. Ampumatarvikkeisiin (120 mm) liittyvä lähtönopeuden mittaus raketeilla ja ohjautuvilla ampumatarvikkeilla. Olemassa oleviin 120 mm ampumatarvikkeisiin lisättävät halvat lentorataa korjaavat lisälaitteet. Ampumatarvikkeiden yhteensopivuutta voidaan lisätä standardisoimalla rajapinnat perästä ladattavilla 120 mm kranaatinheittimillä ja ampumatarvikkeilla. Osalla kranaatinheitinajoneuvoista on kyky ampua liikkeestä. Ampumatarvikepakkaukset ovat yhdistettyjä ja helpottavat automaattista käsittelyä (sytytin/kranaatti/panokset). Kranaatinheittimien käyttö tehostuu MOU -operaatioissa parantuneen yläkulma/ alakulma ammunta-kyvyn sekä parempien sytyttimien/ laukausten ja ammunnanhallinnan ansiosta. HPM (mikroaalto)- ja thermobariset ampumatarvikkeet on otettu käyttöön. Ei-tappavat ampumatarvikkeet sekä "älykäs" ampumatarvike ovat yleisemmin käytössä. [9]. Kranaatinheittimistölle ampumatarvikkeissa käytetään monitoimisia sytyttimiä, jotka soveltuvat automaattilataukseen ja ampumatarvikemakasiineihin. [9]



tulenavauksen virheistä ja mitatuista lähtönopeuksista. Näiden lähtötietojen perusteella voidaan laskimella suorittaa ampuma-arvojen laskenta. Se tapahtuu lentoratoja laskemalla tai käyttämällä numeerisiin ampumataulukoihin perustuvia polynomikerrointaulukoita. Integrointi on tarkempi ja hitaampi menetelmä. Polynomikerrointaulukoita käytetään yleensä suora-ammunta-aseiden laskimilla, koska laskenta on erittäin nopeaa ja kuitenkin riittävän tarkkaa. [8]

Laskettujen ampuma-arvojen perusteella ase suunnataan ja ampumatarvikkeen sytytin asetetaan toimimaan halutulla hetkellä. Tämä voi tapahtua joko manuaalisesti tai automaattisesti. Aseen putken suuntaus tehdään joko asean tähtäimen tai vaakatason ja karttapohjoisen suhteen. Aseen suuntaamisen lisäksi ammunnanhallintajärjestelmään kuuluu suojausjärjestelmät. Ne koostuvat erilaisista sähköisistä ja mekaanisista varmistimista ja rajakytkimistä tai muista tarvittavista järjestelyistä. Niillä varmistetaan ase turvallinen lataus, suuntaus ja laukaisu. [8]

### 3.5 Suoja

Suojan osalta kehittämisvaatimukset perustuvat konventionaalisten maataisteluiden kokemuksiin, joissa vastustajan käyttämät järjestelmät ovat joko kineettisen (nuolilaukaus) tai kemiallisen energian (ontelopanos) asejärjestelmiä. Vaatimuksia asettavat myös erilaiset toimintaympäristöt, kuten asutuskeskukset. Myös sähkömagneettinen taistelukenttä luo oman haasteensa suojalle. Näin ollen suojaustason tulee olla modulaarinen mahdollistaen muutokset toimintaympäristön mukaan. Vähimmäisvaatimus heitinajoneuvoille on, että ne antavat suojan miehistölle sekä materiaalille sirpaleita, kiväärrikaliiperin luoteja sekä kevyitä miinoja vastaan, mutta myös korkeammat suojaustasot ovat mahdollisia. Myös häiveteknisten ominaisuuksien merkitys selviytymiskyvyn osana korostuu. Suojaa tarkastellaan näin ollen perinteisen panssaroinnin, siinä käytettävien materiaalien, maastouttamisen/häivetekniikan, sekä NBC-suojan näkökulmista. [4]

### 3.5.1 Panssarointi

Perinteisessä passiivisessa panssaroinnissa päästään parempaan painotehokkuuteen siirtymällä panssariteräksestä kehittyneempiin metalli- ja keraamipohjaisiin ratkaisuihin. Kriittisissä erikoistapauksissa voidaan panssaroinnin antamaa suojaa täydentää aktiivisilla, joko 'soft-kill' tai 'hard-kill' –vastatoimia käyttävillä omasuojajärjestelmillä. [8]

### 3.5.2 Maastouttaminen ja häivetekniikka

Toimiessaan itsenäisinä yksikköinä joutuvat krh-järjestelmät vastaamaan omasta lähialueen valvonnasta ja suojasta vihollisen tiedustelua vastaan. Erillisiä, mukana kulkevia ja päälle laitettavia maastouttamisjärjestelmiä ei nähdä todennäköisinä tulevaisuuden nopeasti liikkuvissa ja vähäisellä miehistöllä toimivissa krh-järjestelmissä. [5]

Maastouttaminen perustuu rakenteellisiin häiveteknisiin ratkaisuihin sekä integroituihin maastouttamislaitteisiin. Krh-järjestelmän hankinta- ja ylläpitokustannukset puoltavat myös tehokkaiden harhautuslaitteiden käyttöä osana taistelutoimintaa. Samoin on hyvin todennäköistä, että aivan ensilinjan ilma-aluksia lukuun ottamatta häivetekniikka ei taloudellisista ja teknisistä syistä kykene vastaamaan sensorikehityksen vaatimuksiin. Tämän vuoksi tulevaisuudessakin on yhä edelleen huomiotava katveiden ja luonnon antama suoja sekä valemaalien käyttö. [8]

### 3.5.3 NBC-suoja

Yhä kasvavassa määrin ajoneuvot on varustettu NBC-järjestelmällä, jonka tarkoituksena on suodattaa ajoneuvon sisään otettavasta ilmasta vaaralliset kaasut ja hiukkaset. Nykyisin tämä toteutetaan vaihdettavilla hiukkas- ja aktiivihiihluodattimien yhdistelmillä.

Tulevaisuudessa suodatusteknologian kehittyessä sekä suodattimien teho, että käyttöikä parantuvat. Kokeilla on myös uusia järjestelmiä, joissa suodattimet on korvattu itsepuhdistuvalla laitteistolla. NBC-järjestelmien tarve lisää myös sisätilan jäähdytysjärjestelmän kehittämisen painetta, sillä yhä useammin ajoneuvoja käytetään kuumilla alueilla, eikä aktiivihiihluodattimien läpi voida tuoda riittävästi raitista ilmaa.

Kokeiluasteella on myös järjestelmiä, joissa vaihdettava suodatin on korvattu itsepuhdistuvalla, reversiibeliin adsorptio-desorptiosykliin perustuvalla laitteistolla.

Tulevaisuudessa nämä suodattimetomat järjestelmät tullevat käyttöön erityisesti ajoneuvoissa,

jotka on tarkoitettu toimimaan NBC-vaara-alueilla pidempiä aikoja. Ajoneuvoissa NBC-suojaus perustuu joko sisätilan ylipaineeseen, suodatetun ilman johtamiseen suojanaamareihin tai näiden yhdistelmään. Ylipainesuojaus on mahdollinen vain jos ajoneuvo voidaan sulkea lähes tiiviiksi. Mikäli ajoneuvossa on esimerkiksi asejärjestelmä, joka edellyttää avointa yhteyttä ulkoilmaan, joudutaan käyttämään suojanaamareita. Eräillä valmistajilla on yhdistelmäjärjestelmiä, jotka on tarkoitettu käytettäväksi muutoin ylipainesuojauksena, mutta jos ajoneuvon ovia tai luokkuja joudutaan avaamaan saastuneella alueella, siirrytään naamareiden käyttöön. Valittava toimintaperiaate tulee vastaisuudessakin riippumaan ajoneuvon tarkoitetusta käytöstä. [8]

### 3.6 Johtaminen

Tulevaisuuden taistelukentällä korostuu selkeästi reaaliaikaisen tiedon tarve, jotta toiminta olisi mahdollisimman joustavaa ja nopeaa. Ongelmaksi muodostuu informaation suuri määrä, joka asettaa vaatimuksia taktiselle tietoverkolle sekä ajoneuvojen taisteluhallintajärjestelmille. Myös sensorikuvan lähettäminen radioteitse on tämän päivän teknologialle mahdotonta, johtuen suuresta datamäärästä. Omien ajoneuvojen paikkatietojen lähettäminen olisi myös tarpeellista, mutta ainakin vielä nykyisin on mahdollista varustaa vain tärkeimmät ajoneuvot tällaisella järjestelmällä. [10]

#### 3.6.1 Paikkatieto

Kartta on aina ollut tärkeä väline sodankäynnissä. Kartan korvaa nykyään monesti digitaalinen paikkatieto. Paikkatiedon merkitys kasvaa nykyaikaisessa sodankäynnissä, missä liikkuvuus on nopeata ja tilanteet muuttuvat tiheään. Pienet joukot liikkuvat laajoilla alueilla. Perinteinen kartta ei mahdollista muuttuvien tilanteiden seuranta ja analysointia, operaatioiden suunnittelua ja vaihtoehtojen vertailua samassa laajuudessa kuin digitaalinen paikkatieto. Paikkatietojen tehokkaalla hyödyntämisellä voidaan saavuttaa etulyöntiasema - paikkatietoylivoima. [1]

Eri menetelmien yhdistäminen – esimerkiksi GPS ja inertia - samaan paikannuslaitteeseen voi johtaa ajasta, paikasta ja olosuhteista riippumattomaan paikannus- ja tiedonkeruutoimintaan. Maastotiedon ohella muu paikkatieto kuten tieto olosuhteista korostuu tulevissa sotilaallisissa paikkatietojärjestelmissä. Paikkatiedon jakelu tapahtuu tietoverkon välityksellä. Verkkojen nopeutuessa on mahdollista käyttää muualla sijaitsevaa paikkatietoa suoraan käyttäjän sitä

itselleen siirtämättä. Tämä helpottaa tiedon ajan tasalla pitoa. Tämän paikkatiedon hyödyntäminen sekä sen eteenpäin lähettäminen edellyttää ajoneuvolta kehittynyttä tietoverkkoa, joka kykenee sekä lähettämään että vastaanottamaan tietoja. Tämä tietenkin edellyttää vähintäänkin yhtä ajoneuvoon integroitua paikannuslaitetta. [8]

### 3.6.2 Tiedon vastaanotto/lähettäminen sekä käsittely

Tulevien krh-järjestelmien tulee kyetä vastaanottamaan, käsittelemään ja lähettämään monipuolista informaatiota tehokkaasti. Pääosin informaatio on digitaalista. Tämä edellyttää krh-järjestelmiltä toimivaa liittymäpintaa johtamisjärjestelmiin. Jo nykyään käytössä olevat paikantamis-, ammunnanhallinta- sekä osin myös informaatoratkaisut tiedon käsittelyn osalta ovat riittäviä, mutta kyetäkseen toimimaan tehokkaana ja itsenäisenä osana taistelevaa osastoa, on ensisijaisena kehityskohteenä oman ympäristön tilannekuvan parantaminen ja siitä tiedottaminen. Välineet, kuten kamerat, tutkat, etäisyysmittarit sekä kaasun- että säteilynilmaisimet ovat olemassa ja niiden integroiminen krh-järjestelmiin on mahdollista kunhan informaation keskitetty käsittely ja siirto järjestelmissä saadaan riittävälle tasolle. Järjestelmää kuormittavat lisääntynyt sisäinen informaatio, kuten laskenta-, paikantamis, taltiointi-, ohjaus- sekä turvajärjestelmät sekä ulkoinen tulenkäyttöön, johtamiseen sekä tilannetietoisuuteen liittyvä informaatio. Tämä edellyttää tehokkaampia ja luotettavia tiedon siirto- ja käsittelymenetelmiä, jotka on tarkoitettu toimimaan ääriolosuhteissa. [8]

## 4. JOHTOPÄÄTÖKSET

Hajanaisuus, epälineaarisuus ja monet muut tulevaisuuden sodankäynnin muutokset ovat aiheuttaneet myös kranaatinheitinaseelle kehitystarpeita. Suurin muutos mitä heittimistöissä on ajan saatossa tapahtunut, on ehdottomasti ollut heittimen siirtyminen ajoneuvoalustaiseksi. Tulevaisuuden trendinä onkin yhä enenevässä määrin panostaa heitinajoneuvojen kehitykseen ja pyrkiä siirtämään heittimistöä yhä enemmän ajoneuvopohjaiseksi. Tämän kaikkein suurimman mullistuksen jälkeen ei kranaatinheittimelle ole odotettavissa yhtä suuria kehitysaskleita, mutta joka tapauksessa kehitystyö jatkuu monin paikoin vielä pitkään.

Heitinajoneuvojen osalta suurimmat muutokset tulevat tapahtumaan nimenomaan ajoneuvoihin liittyvissä teknologioissa. Suojan ja liikkuvuuden kehittäminen sekä johtamisjärjestelmien integrointi heitinajoneuvoihin tulevat olemaan merkittävimpiä

kehitysnäkymiä. Varsinkin johtamisjärjestelmä, johon kuuluu samassa myös tehokas ja nopea ammunnanhallintajärjestelmä, on erittäin todennäköinen uudistus heitinajoneuvoissa.

On selvästi havaittavissa, että yleisesti ottaen ajoneuvoteknologia ja varsinkin ajoneuvojen ominaisuuksia kehitettäessä joudutaan usein tekemään kompromisseja eri ominaisuuksien välillä. On selvää, että raskas panssarointi lisää ehdottomasti ajoneuvon antamaa suojaa, mutta samalla vaikuttaa negatiivisesti ajoneuvon liikkuvuuteen. Tulevaisuuden taistelukentällä korostuu yhä suurempi taktinen liikkuvuus, jolloin usein joudutaan tekemään ratkaisu heitinajoneuvon keventämisestä liikkuvuuden parantamiseksi. Liikkuvuutta voidaan parantaa lisäämällä sen toimintasädetä, sillä heitinajoneuvolla olisi syytä pystyä siirtymään myös yhä pidempiä matkoja (500-800 km) ilman polttoainetäydennyksiä. Toimintasädetä voidaan luonnollisesti kasvattaa joko vähentämällä ajoneuvon kulutusta tai suurentamalla polttoainetankkia, taikka parantamalla näitä molempia. On kuitenkin selvää, ettei ajoneuvojen kuljetuskapasiteettia ole tarkoituksenmukaista heikentää suurentamalla polttoainetankkia, vaan pyrkimyksen tulisi olla pikemminkin päinvastainen. Tämä korostuu varsinkin heitinajoneuvoissa, joissa tilan tarve on suuri johtuen ampumatarvikkeiden kuljetuksesta. Kulutuksen pienentäminen ja tämän myötä toimintamatkan pidentäminen on mahdollista energian tuottamisen, varastoinnin sekä siirron kokonaishyötysuhdetta nostamalla. Polttoainekulutuksen vähentämisen rinnalla myös pelko öljyn loppumisesta aiheuttaa enemmän tai myöhemmin tilanteen, jossa erilaiset hybridiratkaisut ovat välttämättömiä.

Saavutettavan huippunopeuden osalta jo nykypäivän heitinajoneuvot ovat ylittäneet yli 100 km/h nopeuteen, joka on täysin riittävä myös tulevaisuuden taistelukentällä. Nopeutta on turha lähteä suuremmin kehittämään, koska käytettävä tiestö harvoin mahdollistaa suurempia nopeuksia, eivätkä nykyistä suuremmat nopeudet myöskään olisi turvallisia.

On myös mahdollista vähentää heitinajoneuvon painoa huomattavasti asettamalla heitin pienemmälle ja kevyemmälle alustalle, jolloin joudutaan luonnollisesti tinkimään niin suojasta kuin maastoliikkuvuudesta, mutta toisaalta saavutetaan parempi tieliikkuvuus.

Johtamisjärjestelmän kehittäminen ei näyttäisi olevan sellainen, joka oleellisesti eliminoi ajoneuvon muita ominaisuuksia. Näin ollen on pitkälti tietoteknisen kehityksen varassa, milloin heitinajoneuvoihin, kuin myös toki muihinkin erikois- ja taisteluajoneuvoihin kyetään luomaan riittävän tehokkaat johtamisjärjestelmät, joilla suuren tietomäärän vastaanottaminen ja prosessointi on mahdollista. Koska tulevaisuuden taistelukenttää kuvataan erittäin monissa lähteissä hajanaiseksi ja pirstaleiseksi, syntyy tarve erottaa omat joukot ja ajoneuvot



vihollisesta ennen joutumista näiden tulen alle. Tätä tarvetta ei myöskään vähennä selkeiden rintamalinjojen puuttuminen.

Samaan johtamisjärjestelmään tulee kuulua tehokas paikantamislaitte, jolla ajoneuvon sijainti on aina tiedossa niin ajoneuvon sisällä kuin ylemmällä johtoportaalla. Nykypäivän ajoneuvoissa on yleisesti käytössä esimerkiksi TALIN-paikantamislaitte, joka sinällään on riittävän hyvä paikkatiedon tuottamiseen. Kuitenkin, kuten aikaisemmin on mainittu, useiden eri paikkatiedon saamiseksi käytettävien menetelmien yhdistäminen tuottaisi parhaan tuloksen.

Suojan osalta heitinajoneuvoissa ei ole välttämättä odotettavissa suuria uusia ratkaisuja. Silti modulaarisuusvaatimuksen mukaisesti on tärkeää, että ostaja saa itse päättää ajoneuvon suojatason mahdollisimman tarkasti tulevaan käyttötarkoitukseen sopivaksi. Suurin tarve näyttäisi olevan NBC-suojan kehittäminen, joka vaatii heitinajoneuvojen osalta täysin tiiviiksi saattamista. Tämä on haastavaa, koska heitinajoneuvon toteuttaessa tulitehtävää on yhteys ammustilasta ulkoilmaan oltava. Kuitenkin tämän ammustilan saattaminen erilleen miehistöstä olisi yksi ratkaisu, jolla välttyttäisiin vaikeamman yhdistelmäratkaisun tarpeelta. Tämä edellyttää latauksen täydellistä automatisointia, joka tulee olemaan muutoinkin yksi heitinajoneuvojen kehitystarpeista.

Kaiken kaikkiaan erilaisia kehittymismahdollisuuksia on lähes rajattomasti, mutta on selvää, ettei kaikkia kyetä toteuttamaan milloinkaan. Tämä johtuu pääsääntöisesti jo edellä mainitusta kompromissi ajattelusta, eli jonkin osa-alueen kehittäminen vie yleensä mahdollisuuden parantaa muita osa-alueita tai jopa monessa tapauksessa heikentää niitä. Tulevaisuudessa juuri näiden erilaisten kompromissien vertailu käytännönläheisellä tasolla ja nimenomaan numeraalisilla arvoilla voisi olla tapa tutkia aihetta lisää ja sitä kautta päästä mahdollisesti aloittamaan uuden sukupolven heitinajoneuvon suunnitteluprosessia.

## 5. LÄHTEET

- [1] Hyytiäinen Mika : Paikkatietoylivoima digitaalisella taistelukentällä. Väitöskirja, MpKK:n taktiikan laitoksen julkaisusarja1, julkaisu 1/2003)
- [2] Kaukoranta, Timo - Hautala, Jukka – Kakkola, Timo: Taisteluvälineet 2020. Tekniikan laitoksen julkaisusarja 1 N:o 10/2002. Edita Oyj, Helsinki 2002.
- [3] KRHPSAJON KÄSIK luonnos 1.7 081007
- [4] Laaksonen Ari, Liikkuvuus 2030- tulevaisuuden taisteluajoneuvojen taktiset ja operatiiviset suoritusvaatimukset, diplomityö YEK 53
- [5] Raitasalo Jyri & Sipilä Joonas, Sota – Teoria ja Todellisuus
- [6] Rieppo Jaakko, Nykyaikainen taistelutila ja siihen vaikuttavat tekijät, SK tutkielma 2007
- [7] Saarelainen, Jorma – Saarinen, Timo – Taavitsainen, Heikki: Aseellinen taistelu 2020. Maavoimien taistelun kuvat 2020. Taktiikan laitoksen julkaisusarja 4, N:o 1/2003. Edita Prima Oy, Helsinki 2003.
- [8] Sotatekninen arvio ja ennuste 2020 (STAE 2020), osa 1: Teknologian kehitys. Edita Prima Oy, Helsinki 2004.
- [9] Sotatekninen arvio ja ennuste 2020 (STAE 2020), osa 2: Teknologian kehitys. Edita Prima Oy, Helsinki 2004.
- [10] Sotatekninen arvio ja ennuste 2025 (STAE 2025), osa 1: Teknologian kehitys. Edita Prima Oy, Helsinki 2008.
- [11] Sotatekninen arvio ja ennuste 2025 (STAE 2025), osa 2: Teknologian kehitys. Edita Prima Oy, Helsinki 2008.
- [12] U.S Army Field Manual FM 3-0

[13] Yhtymän taisteluohjesääntö luonnos, Julkaisusarja 3 työpapereita, Taktiikan laitos 5/2000,