



Antimikrobisilla pinnoitusmenetel- millä palvelusturvallisuutta

Jari Koivuniemi

2019 Laurea



Laurea-ammattikorkeakoulu

**Antimikrobisilla pinnoitusmenetelmillä
palvelusturvallisuutta**

Jari Koivuniemi
Turvallisuusjohtaminen YAMK
Opinnäytetyö
joulukuu, 2019

Jari Koivuniemi

Antimikrobisilla pinnoitusmenetelmillä palvelusturvallisuutta

Vuosi 2019 Sivumäärä 68

Opinnäytetyön tavoitteena on ollut kartoittaa antimikrobisten pinnoitusmenetelmien käytön nykytilaa puolustusvoimissa. Työn tarkoituksena on ollut löytää sellaisia antimikrobisia pinnoitusmenetelmiä, jotka soveltuisivat käyttöön puolustusvoimien kohteissa. Sopivien menetelmien avulla on mahdollisuus kehittää palvelusturvallisuutta

Opinnäytetyön teoreettinen viitekehys muodostuu palvelusturvallisuudesta puolustusvoimien näkökulmasta ja siitä millaisia mikrobeja ja antimikrobisia pinnoitusmenetelmiä sieltä on löydettävissä. Työ on rajattu koskemaan sellaisia haitallisia mikrobeja, joita puolustusvoimissa normaalisti esiintyy. Antimikrobisten pinnoitusmenetelmien ja palvelusturvallisuuden osalta rajaus on tehty koskemaan myös puolustusvoimien kohteisiin ja toimintaan liittyen.

Tutkimus on toteutettu kvalitatiivisella tutkimusotteella ja varsinaisena tutkimusmetodinä on käytetty puolistrukturoitua teemahaastattelua. Haastattelussa tietoja kerättiin kuudelta asiantuntijalta, joiden avulla saatiin arvokasta tietoa vallitsevasta tilanteesta. Puolustusvoimissa ei ole itse ohjeistettu antimikrobisten pinnoitusmenetelmien käyttöä uudis- tai peruskorjauskohteissa. Suunnittelutyössä otetaan kuitenkin huomioon lainsäädännön ja valvontaviranomaisten antamat ohjeet ja määräykset kattavasti.

Antimikrobisilla pinnoitusmenetelmillä on mahdollista vaikuttaa ihmisten infektoitumiseen työpaikoillaan. Käyttämällä antimikrobisia materiaaleja kohteissa, joita kosketetaan usein, on mahdollista katkaista haitallisten mikrobien leviäminen. Tämä ei kuitenkaan pelkästään riitä, vaan lisäksi tarvitaan hyvää käsihygieniaa. Kyseisillä toimenpiteillä on mahdollista kehittää henkilöstön palvelusturvallisuutta parempaan suuntaan.

Opinnäytetyön tuloksien valossa suositellaan, että puolustusvoimissa otetaan käyttöön antimikrobisia pinnoitusmenetelmiä suunnitelmallisesti kaikissa tulevaisuuden uudisrakennus- ja peruskorjauskohteissa. On myös hyvä kartoittaa antimikrobisten pinnoitusmenetelmien hyötykäyttöä eri työpisteissä työpaikkaselvitysten yhteydessä. Edellä mainituilla toimenpiteillä saadaan todennäköisesti positiivisia vaikutuksia niin palvelusturvallisuuden kuin työyhiytyvyydenkin kannalta tarkasteltuna.

Saatuja tuloksia voidaan soveltaa myös muualla valtionhallinnon ja yksityissektorin hankkeissa.

Asiasanat: mikrobi, antimikrobinen, pinnoitusmenetelmä, palvelusturvallisuus

Jari Koivuniemi

Antimicrobial Coating Methods to Service Safety

Year	2019	Pages	68
------	------	-------	----

The objection of the thesis has been to survey the current state of the use of antimicrobial coating methods in the armed forces. The purpose of the work was to find antimicrobial coating methods, which would be suitable for use in defense forces. The appropriate methodology is an opportunity to develop security of service. The theoretical reference framework for thesis consists of service security from the point of view of the armed forces and the kind of microbial and antimicrobial coating methods available there. The thesis has confined to harmful microbes that are normally present in the armed forces. In the case of antimicrobial coating methods and service safety, the confining has also been made for the activities and targets of the armed forces.

The study has been conducted with a qualitative examination and the actual research method has been used as a theme interview. In the interview, the information was collected from a six expert who provided valuable information on the prevailing situation. The armed forces have not been instructed to use antimicrobial coating methods in new or renovation constructions. The plans take into account, however, the guidelines and provisions of the legislation and the supervisory authorities. With antimicrobial coating methods, it is possible to influence the infection of people in the workplace.

By using antimicrobial materials in objects that are often touched, it is possible to break the spread of harmful microbes. However, this is not just enough but the implementation of good hand hygiene is important. These measures have the potential to develop the security of service in a favorable direction.

In the light of the result of the thesis it can be recommended that armed forces introduce antimicrobial coating methods in a structured manner in all future new construction and renovation sites. It is also recommended to indicate the use of antimicrobial coating methods at different workstations in the context of workplace surveys. The above mentioned measures are likely to be developed in a favorable direction for service safety.

The result obtained can also be applied elsewhere in government and private sector projects.

Keywords: antimicrobial, coating methods, service safety

Sisällys

1	Johdanto.....	6
1.1	Tutkimuksen tavoitteet ja tarkoitus.....	7
1.2	Tutkimusmenetelmät ja työn kulku	8
1.3	Tutkimuskysymykset ja rajaukset.....	11
1.4	Aiheesta toteutetut aikaisemmat tutkimukset.....	12
2	Mikrobit ja niiden aiheuttamat riskit	13
2.1	Lainsäädäntö ja Puolustusvoimien ohjeistus mikrobeilta suojautumiseksi.....	17
2.2	Yleisimmät tauteja aiheuttavat mikrobit Puolustusvoimissa	20
2.3	Miksi ihminen infektoituu	22
2.4	Toimenpiteet mikrobien leviämisen estämiseksi	23
3	Antimikrobiset pinnoitusmenetelmät.....	24
3.1	Kupari ja muut metallit antimikrobisessa käytössä	27
3.2	Nano-materiaalit antimikrobisessa käytössä	31
3.3	Maalit ja lakat antimikrobisessa käytössä	34
3.4	Kankaat ja kuidut antimikrobisessa käytössä	34
3.5	Antimikrobisten materiaalien kestävyys	35
3.6	Antimikrobisten pinnoitusmenetelmien käyttö puolustusvoimissa	35
4	Palvelusturvallisuus puolustusvoimissa.....	36
4.1	Lakisääteiset velvollisuudet	37
4.2	Työsuojelumääräykset.....	37
4.3	Riskianalyysin käyttö puolustusvoimissa	38
5	Teemahaastattelu tutkimusmenetelmänä	39
5.1	Teemat ja kysymyksenasettelu	42
5.2	Haastateltavat henkilöt	44
5.3	Huomiot haastatteluista.....	46
5.4	Tulokset	47
6	Tulosten analysointi.....	50
6.1	Havainnot ja saturaatio	50
6.2	Tulosten luotettavuus ja laatu	51
7	Johtopäätökset ja työn arviointi	52
	Lähteet.....	59
	Liitteet.....	65

1 Johdanto

Syksyn alkaessa, työnantajat ja median uutisointi kannustavat ihmisiä hankkimaan vuotuisen influenssarokotuksen. Työnantajien motivaatio liittyy oman toiminnan suojaamiseen. Tavoitteena on, että mahdollisimman vähän henkilöstöä olisi poissa sairauden vuoksi. Muutama vuosikymmen sitten influenssarokotuksen mahdollisuutta ei ollut. Tuohon aikaan ja vielä nykyäänkin pidetään varsin normaalina, että ihmiset sairastuvat aika ajoittain. Nykyään sairastumisen mekanismit tunnetaan kuitenkin niin hyvin, että niihin voidaan vaikuttaa ennaltaehkäisevästi.

Vuosittain loppusyksyn ja kevään väliseen ajanjaksoon sijoittuu influenssakausi. Muitakin epidemioita nousee esiin aika ajoittain niin Suomessa kuin muuallakin maailmassa. Erityisesti noroviruksen aiheuttamat sairastumiset näkyvät myös valtakunnan mediassa. Tästä hyvänä esimerkkinä oli kesällä 2016 Tallink Silja varustamon Symphony-aluksella puhjennut norovirus epidemia. Aluksella sairastui yli 250 matkustajaa ja henkilökunnan jäsentä. Tutkimuksissa viruksen leviämisen alkupisteeksi onnistuttiin paikantamaan miesten WC-tiloista ovien sisäpuolella olevat kahvat. Virus saatiin nujerrettua alukselta vasta useiden puhdistuskertojen ja käsihygienian tehostamisen myötä. (MTV 2016)

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan sellaisia antimikrobisia pinnoitusmenetelmiä, joilla voidaan vaikuttaa normaalissa työympäristössämme olevaan infektoitumisriskiin. Mikrobien aiheuttamien riskien torjunnassa tärkein yksittäinen toimenpide on yhä hyvän käsihygienian noudattaminen (Sovijärvi 2019). Opinnäytetyön tarkoituksena on löytää sellaisia antimikrobisia keinoja ja materiaaleja, joilla palvelusturvallisuuteen voidaan vaikuttaa erityisesti Puolustusvoimissa.

Puolustusvoimien osalta asia on ajankohtainen, koska seuraavan vuosikymmen aikana suoritetaan mittavia materiaali hankintoja. Puolustusvoimat on saanut tilausvaltuuden neljään Pohjanmaa-luokan korvettiin, joiden rakennusvaihe on vuosina 2022- 2028. Hornet torjuntahävittäjien korvausprosessi ja uusien monitoimihävittäjien hankinta on edessä myös tulevinä vuosina. (Puolustusvoimat 2018) Suunnitteluvaiheessa huomioitu hygieniaturvallisuus näissäkin hankkeissa luo näkymättömän panssarin haitallisia mikrobeja vastaan. Näin saavutetaan varmuutta järjestelmien toiminnalle ja parannetaan myös henkilöstön palvelusturvallisuutta. Tämä opinnäytetyö on toteutettu yhteistyössä puolustusvoimien kanssa.

Opinnäytetyön alkupuolella esitellään tutkimuksen tavoitteet ja sen toteutustapa. Työ on toteutettu kvalitatiivisella eli laadullisella tutkimusotteella. Varsinaisena tutkimusmenetelmänä on käytetty teemahaastattelua. Opinnäytetyön alkupuolella esitellään myös tehdyt rajaukset ja työn kulku. Tämän jälkeen tuodaan esiin rajausten mukaisesti mikrobien ihmisille aiheuttamat riskit ja mikrobien leviämismekanismit. Näiden jälkeen esitellään asiaan liittyvä lainsäädäntö ja puolustusvoimien oma ohjeistus. Työn keskivaiheilla esitellään antimikrobiset

pinnoitusmenetelmät ja niiden käyttösovellutukset. Tämän jälkeen käsitellään teemahaastatteluun tutkimusmenetelmän liittyvä teoria ja varsinaisen teemahaastattelun suoritus. Työn loppupuolella tuodaan esiin teemahaastattelusta saadut tulokset. Opinnäytetyön lopulla käsitellään Työn toteutukseen ja luotettavuuteen liittyvät näkökulmat ja tehdyt johtopäätökset.

Opinnäytetyössä saavutettuja tuloksia voidaan käyttää Puolustusvoimien lisäksi myös muiden viranomaisten ja yksityissektorin toiminnan tukena. Esitellyt pinnoitusmenetelmät ja materiaalit ovat myös saatavissa kotikäyttöön.

1.1 Tutkimuksen tavoitteet ja tarkoitus

Tutkimuksen tarkoitus määrittää pitkälti valittavan tutkimusstrategian. Tutkimuskysymyksen muotoutuvat myös tutkimuksen tarkoituksen viitoittamana. Tutkimuksen tarkoitusta voidaan luonnehtia neljän ominaispiirteen kautta. Tutkimus voi olla muodoltaan kartoittava, selittävä, kuvaileva tai ennustava. Kartoittavassa tutkimuksessa etsitään näkökulmia asioihin ja tapahtumiin. Siinä voidaan selvittää myös vähemmän tunnettuja ilmiöitä ja kehittää hypoteeseja. Kartoittavassa tutkimuksen tarkoituksena on tarkastella jostakin ilmiöstä, mitä siinä tapahtuu. Selittävässä tutkimustarkoituksessa etsitään syy- ja seuraussuhteita. Tarkoituksena on siis etsiä selityksiä tilanteille tai ongelmille. Kuvailevassa tutkimustarkoituksessa esitetään tarkkoja kuvauksia henkilöistä ja tapahtumista. Ennustavan tutkimustarkoituksen tavoitteena on kertoa etukäteen ilmiöitä tai tapahtumia, jotka ovat seurausta ihmisten toiminnasta tai havaituista ilmiöistä. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2010, 138)

Tämän opinnäytetyö on tarkoitukseltaan kartoittava. Työssä kartoitetaan Puolustusvoimien käytänteitä antimikrobisten pinnoitusmenetelmien käytössä. Työn tarkoituksena on myös kartoittaa sellaisia antimikrobisia pinnoitusmenetelmiä, jotka toimivat yleisimpiä Suomessa ja puolustusvoimien kohteissa esiintyviä patogeenejä vastaan tehokkaasti.

Työn tavoitteena on kehittää palvelusturvallisuutta puolustusvoimissa erityisesti hygieniaturvallisuuden osa-alueella. Opinnäytetyön tulosten perusteella Puolustusvoimissa voidaan kehittää prosesseja, joilla saadaan hygieniaturvallisuutta kehittäviä toimia eri työpisteisiin. Opinnäytetyön tulosten perusteella laaditaan suosituksia, jotka voidaan ottaa huomioon Sotilaslääketieteen keskuksessa laadittaessa uusia ohjeita ympäristöterveydenhuollon osalta.

Opinnäytetyössä esitettyjen tulosten perusteella on mahdollista, että tulevaisuudessa Puolustusvoimissa otetaan hygieniaturvallisuuteen tähtäävät toimenpiteen myös materiaalien osalta huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Mainitulla toimella saavutetaan palvelusturvallisuuden kehittymistä. Samassa yhteydessä saadaan myös säästöjä niin materiaalin kuin henkilöstöresurssien osalta. Tällä hetkellä hygieniaturvallisuus näkyy suunnitteluperiaatteissa vain elintarvike- ja terveydenhoitotiloissa. (Sovijärvi, 2019)

Opinnäytetyössä tehtyjä havaintoja voidaan käyttää Puolustushallinnon lisäksi myös muiden viranomaisten hankkeissa ja kohteissa. Saadut tulokset ovat hyödynnettävissä myös niin yksityishenkilöiden kuin yhteisöidenkin hankkeissa. Voidaankin siis todeta, että saadut tulokset ovat yleishyödyllisiä.

1.2 Tutkimusmenetelmät ja työn kulku

Tässä luvussa kerrotaan opinnäytetyöhön valituista menetelmistä ja työn toteutukseen liittyvät toimenpiteet. Tutkittaessa mikrobeja ja niiden aiheuttamia infektioita, on lähdemateriaalia saatavissa runsaasti. Antimikrobisista menetelmistä on myös useita tieteellisiä tutkimuksia olemassa. Kyseisiä ilmiöitä on usein tutkittu kvantitatiivisin eli määrällisin tutkimusmetodein. Kvantitatiivisessa tutkimusmetodissa on tärkeää saada kerätyt aineistojen muuttujat taulukkomuotoon ja siten tilastollisesti käsiteltäviksi. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa päätelmät tehdään havaintoaineiston tilastolliseen analyysiin perustuen. Tässä opinnäytetyössä tutkitaan kuitenkin enemmän ilmiöitä, kuin niiden määrällistä esiintyvyyttä. Kyseisestä syystä tähän tarkoitukseen soveltuu parhaiten kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimusote. (Hirsjärvi ym. 2010, 140; Hirsjärvi & Hurme 2011, 21-22)

Laadullisessa tutkimuksen lähtökohtana voidaan pitää todellisen elämän kuvaamista ja tutkitavan kohteen kokonaisvaltaista tarkastelua. Laadullisessa tutkimuksessa suositaan aineistojen hankinnassa tutkimusmenetelmiä, jossa kirjallisten aineistojen lisäksi myös asiantuntijoiden mielipiteet tulevat esiin. (Hirsjärvi ym. 164.) Laadullisessa tutkimuksessa voidaan asettaa avoimia kysymyksiä. Niihin saadaan usein myös vapaamuotoisia vastauksia. (Heinonen, Keinänen & Paasonen 2013, 35) Laadullinen tutkimus on luonteeltaan vapaamuotoisempaa, kuin määrällinen tutkimus. Tämä mahdollistaa myös tutkimusasetelmaan suuntaamisen kvantitatiivista tutkimusta vapaammin (Hirsjärvi ym. 2010, 164.).

Kvalitatiivisessa tutkimuksessa tutkimusaihetta pyritään tarkastelemaan usealta eri suunnalta (Hirsjärvi ym. 2010, 161) Kvalitatiivisessa tutkimuksessa on tarkoituksena löytää totuuksia jo olemassa olevien väittämien sijaan. Laadullinen tutkimus on pitänyt ajan myöden sisällään useita eri tutkimussuuntauksia. Hirsjärven (2010, 162) mukaan vuonna 2010 on ollut noin 43 kappaletta eri suuntauksia saman tutkimussuuntauksen sisällä. Tämä johtuu pitkälti siitä, että laadullisen tutkimuksen tutkimusaiheet ovat mitä moninaisempia. Sen seurauksena on myös muotoutunut useita tapoja käsitellä tutkimustehtävää.

Tämän opinnäytetyön kannalta laadullisen tutkimuksen erityispiirteistä nousee erityisesti ihmisen käyttö tiedonkeruun osatekijänä. Hirsjärven ym. (2010, 164) mukaan tutkija voi luottaa ihmisiltä hankittuun tietoon jopa enemmän, kuin mittausvälineillä hankittuun tietoon. Tämä johtuu siitä, että ihminen sopeutuu hyvin eri tyyppisiin tilanteisiin ja tutkija voi luottaa omaan havainnointiinsa kyseisissä tilanteissa. Tässä työssä on keskiössä myös laadulliselle tutkimuksessa usein käytetyt menetelmät, joita ovat teemahaastattelut ja kirjallisuusselvitykset.

Kvalitatiivisessa tutkimuksessa voidaan kohdejoukko valita tarkoituksenmukaisesti, kunhan se perustellaan asianmukaisesti. (Hirsjärvi ym. 2010, 164)

Opinnäytetyön aihealueeseen on perehdytty perinteisesti kirjallisuuskatsauksen avulla. Kirjallisuuskatsaus on menetelmä, jolla valittuun aiheeseen tutustutaan teorian kautta. Kirjallisuuskatsauksella selvitetään aiheesta aikaisemmin toteutetut tutkimukset ja selvitetään saatavissa olevat ja tarvittavat aineistot. Kirjallisuuskatsauksen perusteella pystytään myös vahvistamaan tutkimuksen teoreettinen viitekehys ja rajaamaan tutkimuksen laajuutta. Tässä opinnäytetyössä kirjallisuuskatsauksen perusteella valitaan käytettävät lähdekirjallisuudet. Perinteisen kirjallisuuskatsauksen käyttäminen ei kuitenkaan ole ongelmatonta. On mahdollista, että käytettävää aineistoa ei valita riittävän systemaattisesti. On siis mahdollista, että jokin näkökulma jää huomioimatta. (Hirsjärvi ym.2010, 85.)

Mikrobien ja patogeeneihin liittyen on saatavissa runsaasti luotettavaa lähdekirjallisuutta. Ne ovat tyypiltään pääsääntöisesti oppikirjoja ja lääketieteen lähdejulkaisuja. Kirjallisuuskatsauksessa valittiin käsiteltäväksi mikrobien osalta biokemiaan ja solubiologiaan liittyviä oppikirjoja, sekä työhygieniaan ja infektiosairauksiin liittyviä oppikirjajulkaisuja.

Antimikrobisiin materiaaleihin liittyen lähteinä löytyy tieteellisen tutkimukseen perustuvia julkaisuja. Näistä valittiin kirjallisuuskatsaukseen sellaisia tutkimuksia, jotka selittivät materiaalin vaikutusta mikrobiin ja jolla on myös käytännön käyttösovellutuksia. Näitä aineita ovat esimerkiksi kupari ja hopea. Kirjallisuuskatsaukseen valittiin myös joitakin kaupallisia lähteitä antimikrobisten materiaalien osalta. Tämä johtuu siitä, että opinnäytetyössä on tarpeen esitellä myös joitakin käytännön sovellutuksia. Näille kaupallisille sovellutuksille ei kuitenkaan ole asetettu suurempaa merkitystä arvioitaessa menetelmien soveltuvuutta puolustusvoimien käyttöön. Antimikrobisiin materiaaleihin liittyvät lähteet ovat suurimmaksi osaksi sähköisessä muodossa.

Varsinaiset pinnoitusmenetelmien käytännön toteutuksen suorittaminen on rajattu tämän työn aihealueen ulkopuolelle. Pinnoitusmenetelmien toteutustapoihin on haettu kirjallisuutta vain sen verran, että aiheeseen liittyvät käsitteet on saatu avattua. Palvelusturvallisuuden osalta kirjallisuuskatsaukseen on sisällytetty puolustusvoimien varomääräykset ja lainsäädännöstä tulevat työturvallisuusnormit. Mikrobeihin ja antimikrobisiin toimintamethodeihin liittyvät toimenpiteet on ohjattu normeilla. Niiden osalta kirjallisuuskatsaukseen sisällytettiin niin lainsäädännöstä tulevat normit kuin puolustusvoimien ympäristönterveydenhuoltoa ohjaavat asiakirjat. Opinnäytetyössä on käytetty lähteitä, jotka eivät sisällä turvaluokiteltua materiaalia.

Opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa antimikrobisten pinnoitusmenetelmien käyttöä puolustusvoimissa. Kyseisestä aiheesta ei ole juurikaan saatavissa kirjallista lähdeaineistoa. Tämän vuoksi tutkimus metodiksi valittiin puolistrukturoitu teemahaastattelu.

Teemahaastattelu on tutkimusmenetelmä, jossa tutkija perehtyy aihepiiriin etukäteen ja valmistautuu toteuttamaan haastattelutilanteen valittuja teemoja noudattaen. Kysymykset toteutetaan teeman mukaisesti, mutta niiden tarkka järjestys ja muoto elävät haastattelun mukaan. Haastattelija ohjaa haastattelua ja pitää omat mielipiteensä neutraalina haastattelutilanteessa. (Hirsjärvi ym. 2011, 47). Teemahaastatteluun liittyvä teoria ja haastattelun suoritus on esitetty luvussa 5.

Opinnäytetyön kulku kuvataan usein prosessina. Tämä prosessi muodostuu useista vaiheista, joista ensimmäinen liittyy aiheen valintaan. Aiheen valinnasta neuvotellaan opinnäytetyön ohjaajan kanssa, jonka jälkeen laaditaan alustava opinnäytetyön suunnitelma. Seuraavassa vaiheessa tehdään alustava suunnitelma tutkimusaineiston hankkimiseksi ja opinnäytetyölle valikoituu ohjaaja. Kolmannessa vaiheessa valitaan tutkimustyön suuntaus ja käytettävä metodi. Näiden perusteella saadaan tutkimustyötä myös rajattua haluttuun laajuuteen. Neljännessä vaiheessa käytetään valittua metodologia tutkimusaineiston keräämiseen ja analysointiin. Tämän jälkeen alkaa työn kirjoittaminen ja viimeistely. Viimeisessä vaiheessa opinnäytetyö käsitellään yhdessä opinnäytetyön ohjaajan kanssa sovitulla tavalla. Lopuksi työ tallennetaan vaaditulla tavalla julkisesti saataville. Tässä prosessissa saattaa olla useita muitakin vaiheita riippuen käytettävästä metodista ja tutkimussuuntauksesta. (Hirsjärvi ym. 2010, 67,81)

Tämä opinnäytetyö oli suunniteltu toteutettavaksi vuoden 2017 syksyn ja 2018 kevään välillä. Aikataulu kuitenkin myöhästyi alkuperäisestä aikataulusta. Työn aiheen valinta tapahtui työelämälähtöisesti jo alkuvuonna 2017. Aiheen valintaan vaikutti puolustusvoimien lääkintähenkilöstön kanssa käydyt keskustelut ja mediassa tuohon aikaan esillä olleet uutisoinnit. Työn tavoitteena oli kartoittaa mahdollisissa antimikrobisia menetelmiä, joita voitaisiin hyödyntää tulevaisuuden uudisrakennuskohteissa. Työn aloitusajankohtana oli tiedossa, että tulevina vuosina merivoimien vanhenevaa aluskalustoa korvattaisiin uusilla aluksilla. Alusten varsinai-sesta hankinnasta ei kuitenkaan ollut kyseisenä ajankohtana tehty poliittisia päätöksiä.

Työn alkupuolella toteutetun kirjallisuuskatsauksen jälkeen työ jäi alkuperäisestä aikatausta jälkeen. Työtä päästiin jatkamaan vasta kesällä 2018. Työssä käytettyjä teemahaastatteluja toteutettiin kuusi kappaletta, joista ensimmäinen oli kesällä 2018 ja viimeinen lokakuussa 2019. Materiaalin analysoinnin jälkeen toteutettiin opinnäytetyön kirjoitusprosessi suunnitelman mukaan. Opinnäytetyön tulokset muodostettiin kirjallisuuskatsauksen perusteella saadun tietoperustan ja teemahaastatteluissa saatujen tietojen pohjalta.

Opinnäytetyön aihealueen ulkopuolella toteutettiin myös puolustusvoimien kohteisiin soveltuva analysointiprosessi auditointilomakkeineen. Toteutetuilla menetelmillä voidaan tutkia antimikrobisten pinnoitusmenetelmien käytännön soveltuvuutta eri kohteisiin Kyseisellä menetelmällä voidaan arvioida myös kohteissa saavutettavia vaikutuksia. Auditointiprosessia

kokeiltiin myös käytännössä neljässä eri kohteessa. Kohteeksi valittiin kaksi eri tyyppistä toimistorakennusta, merivoimien alus ja panssaroitu miehistönkuljetusajoneuvo.

1.3 Tutkimuskysymykset ja rajaukset

Opinnäytetyön teoreettinen viitekehys muodostuu palvelusturvallisuudesta, mikrobeista, sekä antimikrobisista materiaaleista. Palvelusturvallisuuden osalta puolustusvoimat on antanut käskyjä ja määräyksiä niin hygieniaturvallisuuteen kuin normaaliin palvelukseenkin liittyen. Myös työsuojelulainsäädäntö ja terveydenhuollon normisto säätelevät aiheeseen liittyviä toimenpiteitä. Mikrobin ja antimikrobien pinnoitusmenetelmien osalta aihetta tarkastellaan puolustusvoimien toiminnan osalta.

Opinnäytetyön aiheen rajaaminen on monesti tarpeen niin työn laajuuden pitämiseksi työn vaatimustason mukaisena, kuin aiheen käsittelyn kannalta riittävän suppean näkökulman löytämiseksi. Aiheen rajauksella saadaan tarkennettua ajatusta siitä, mitä aiheesta halutaan tietää. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa aiheen tiukka rajaaminen tutkimuksen aikaisessa vaiheessa saattaa olla haastavaa. Monesti käykin niin, että aiheen rajausta joudutaan myöhemmin muuttamaan tai tutkimustyön aihetta säädetään paremmin haluttua tavoitetta palvelevaksi. Aiheen rajaustarpeisiin voi vaikuttaa myös käytettävissä oleva lähdemateriaali. Myös lukijoiden tarpeiden huomioiminen voi vaikuttaa työ rajauksiin. Tämä tulee huomioida erityisesti silloin, jos tutkimustyö on toteutettu tilauksen perusteella. (Hirsjärvi ym. 2010, 81-83)

Aiheen rajaamisessa on hyvä huomioida aihepiiristä aikaisemmin toteutetut tutkimustyöt ja aihepiiriin soveltuvien lähdeaineistojen saatavuus. Näiden perusteella aiheen rajausta voidaan suunnata parhaiten tarkoituksenmukaisiin kysymyksiin. (Hirsjärvi ym. 2010, 85) Aiheen rajauksessa kirjallisuuskatsauksen osalta saadaan vihjeitä tutkimuksen mielekkääseen suuntaamiseen. Tässä opinnäytetyössä tutkimus suunnattiin puolustusvoimien käytäntöihin, koska kirjallisuuskatsauksen perusteella antimikrobien pinnoitusmenetelmien käytöstä ei ollut ohjeistettu juuri mitään. Opinnäytetyön tutkimuskysymyksiksi muodostui seuraavat kysymykset:

Millaisia infektoitumista aiheuttavia mikrobeja Puolustusvoimien toimintaympäristössä esiintyy yleisimmin? Tällä kysymyksellä selvitetään yleisimmät mikrobit, jotka aiheuttavat puolustusvoimien toimintaympäristössä ja henkilöstön keskuudessa leviäviä infektioita. Vastausten perusteella on mahdollista valita parhaiten käyttöön sopivia antimikrobisia pinnoitusmenetelmiä.

Millaisilla antimikrobisilla pinnoitusmenetelmillä voidaan vaikuttaa patogeenien leviämiseen? Tällä kysymyksellä selvitetään puolustusvoimien toimintaan soveltuvia pinnoitusmenetelmiä, joissa on antimikrobisia ominaisuuksia. Pinnoitusmenetelmät voivat olla muodoiltaan esimerkiksi metalleja, maaleja, lakkoja tai kuituja.

Mitä antimikrobisia pinnoitusmenetelmiä Puolustusvoimissa käytetään? Tällä kysymyksellä selvitetään Puolustusvoimissa normien perusteella annettuja toimintaohjeita antimikrobisten pinnoitusmenetelmien käytöstä.

Millaisia ohjeita Puolustusvoimat on antanut palvelusturvallisuuden osalta antimikrobisten menetelmien käytöstä? Tällä kysymyksellä selvitetään lainsäädännön, työturvallisuusmääräysten ja Puolustusvoimien varomääräysten perusteella annetut vaatimukset antimikrobisten menetelmien käytöstä ja niiden vaikutusta palvelusturvallisuuteen.

Edellä esitettyjen tutkimuskysymysten avulla on tarkennettu opinnäytetyön tiedonhankintasuunnitelmaa. Tutkimuskysymysten perusteella on myös juonnettu luvussa 5. olevat teema-haastatteluun liittyvät haastattelukysymykset.

Opinnäytetyötä on mahdollista rajata tutkimustyön laajuuden sovittamiseksi lopputyön vaatimusten mukaiseksi. On myös mahdollista rajata työtä soveltumaan paremmin haluttuun tutkimuksen aihealueeseen sopivaksi. Tämä työ on rajattu käsittelemään mikrobien osalta sellaisia taudinaiheuttajia, joita Suomessa yleisesti esiintyy ja joilla on vaikutusta ihmisten suorituskykyyn. Antimikrobisten pinnoitusmenetelmien osalta rajataan varsinaiset pinnoitusprosessit työn ulkopuolelle. Tutkimuksen kannalta ei ole keskeistä, miten pinnoitus toteutetaan, vaan se mitä sillä saavutetaan. Opinnäytetyö rajataan koskemaan vain Puolustusvoimien viitekehysessä tapahtuvaa toimintaa Opinnäytetyö on luonteeltaan julkinen, joten työssä ei käytetä turvaluokiteltuja lähdeaineistoja.

1.4 Aiheesta toteutetut aikaisemmat tutkimukset

Puolustusvoimien palvelusturvallisuuteen liittyviä aikaisempia tutkimuksia on tehty erityisesti Maanpuolustuskorkeakoulussa useisiin eri aihealueisiin liittyen. Antimikrobisia pinnoitusmenetelmiä ei kuitenkaan ole aikaisemmin käsitelty tutkimuksissa puolustusvoimien toimintaympäristön kannalta. Mikrobeista ja patogeenien tartuntamekanismeista on olemassa lukemattomia tutkimuksia. Tämä johtuu siitä, että kyseessä on eräs lääketieteen perustutkimusaiheista. Kyseisiä tutkimuksia on nykymittapuun mukaan jo yksin Suomessa toteutettu todennäköisesti tuhansia.

Antimikrobisista aineista on tutkimuksia toteutettu lukuisia kertoja niin meillä kuin maailmalakin. Myös eri pinnoitusmenetelmistä on toteutettu tasokkaita tutkimuksia jo pelkästään Suomessa vuosikymmenien aikana useita. Antimikrobisten pinnoitusmenetelmien osalta tutkimuksia on kuitenkin Suomessa toteutettu vain muutamia. Ensimmäinen merkittävä tutkimus toteutettiin vuosina 2009- 2010 veteraanisairaалassa Länsi-Suomessa. Kyseisessä tutkimuksessa tehtiin havaintoja kuparipintojen vaikutuksesta sairaalassa esiintyvien mikrobien määrään. Tutkimuksen nimi on Clinical trial on Using Copper and Brass Surfaces in a Hospital West-Finland Using Microbiological Assesment (Laitinen, Voutilainen & Santala. 2010) 2000-luvun alun

jälkeen maailmalla on toteutettu useita erityisesti kuparin antimikrobiologiseen vaikutukseen liittyviä tutkimuksia. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulussa Kristiina Saari on toteuttanut antimikrobisesta kuparista opinnäytetyö Abloy oy:n tilauksesta ja Laureassa on toteutettu vuonna 2017 opinnäytetyön päiväkotimaailmaan liittyen. Kyseessä on Päivi Liljendalin työ : Antimikrobiset pinnat ja ratkaisut infektioiden torjunnan apuna päiväkodissa ja kouluissa.

Voidaan siis todeta, että opinnäytetyön aihe ei ole täysin uniikki. Puolustusvoimien osalta tätä aihetta ei ole kuitenkaan aikaisemmin tutkittu. Työn tarkoituksena on kartoittaa Puolustusvoimien palvelusturvallisuuteen liittyviä näkökulmia ja toimintatapoja antimikrobisiin pinnoitusmenetelmiin liittyen. Voidaan siis todeta, että aihe on tutkimustyön kannalta katsoen mielekäs.

2 Mikrobit ja niiden aiheuttamat riskit

Tässä luvussa käsitellään alkupuolella mikrobeihin liittyviä yleisiä ominaisuuksia. Tämän jälkeen tuodaan esiin lainsäädännön ja Puolustusvoimien normien asettamat vaatimukset mikrobien aiheuttamien infektoitumisriskien torjunnassa. Tämän jälkeen käsitellään yleisimpiä ihmisten sairastumisen aiheuttavia mikrobeja Suomessa ja niiden leviämismekanismeja. Luvun loppupuolella tuodaan esiin mikrobien torjuntaan liittyviä toimenpiteitä. Mikrobit ovat aina olleet läsnä koko ihmiskunnan olomassaolon ajan. Tieteellinen tutkimus on tuonut ymmärtämystä ja läpinäkyvyyttä syihin, jonka takia sairastumme. Tieteellinen tutkimus on tuonut esiin myös keinoja, joilla voidaan taistella näitä paljaalle silmälle näkymättömiä taudinaiheuttajia vastaan.

Meistä jokainen kantaa mukanaan laajaa kirjoa mikrobeja, joista osa on hyvin tarpeellisia elimistöllemme. Näitä ovat esimerkiksi mahalaukussa olevat ruuan sulamiseen liittyvät mikrobit. Mikrobi on yleisnimitys, jolla tarkoitetaan yleensä paljaalla silmällä näkymätöntä pieneliötä, joita ovat bakteerit, virukset, sienet eli homeet, hiivat ja jotkin loiset, kuten alkueläimet. Useat mikrobit kuuluvat normaaliin ympäristöömme ja niitä tavataan käytännössä kaikkialla. Ihmiselle sairauksia aiheuttavia mikrobeja kutsutaan patogeeneiksi. (Ruokavirasto 2019)

Tyypillisimmät mikrobit, jotka aiheuttavat ihmisille sairastumisia ovat bakteeri ja virus. Bakteeri on pieni yksisoluisen mikrobi, joka lisääntyy jakautumalla kahtia. Lisääntymisnopeus riippuu vallitsevista olosuhteista, joista merkittävimmät ovat lämpötila ja happamuus. Kasvumahdollisuuksien heikentyessä bakteerit voivat muuttua itiömuotoon, jossa ne voivat säilyä pitkiäkin aikoja huonoissa olosuhteissa. Olosuhteiden parannuttua ne voivat jälleen muuttua solumuotoon. Virus on bakteeria huomattavasti pienempi mikrobi. Virukset voivat levitä kontaktissa, pintojen kautta ja elintarvikkeiden välityksellä. Virukset leviävät isäntäsolussa, joita voi olla ihmisen ja eläimen solut kuten myös bakteerit. Virukset lisääntyvät isäntäsolussa runsaasti, kunnes lopulta hajottavat sen. Tämän jälkeen ne etsivät uusia isäntäsoluja. Virukset

saattavat olla hyvin kestäviä. Ne sietävät hyvin kylmiä, happamia tai emäksisiä ympäristöjä. (Ruokavirasto 2019)

Ihmisen sairastumisen aiheuttavat patogeenit voivat tarttua ihmiseen useilla eri menetelmillä. Lääketieteessä tartunnalla tarkoitetaan mikrobin tukeutumista elimistöön. Tämä voi tapahtua elimistön ulkopuolelta tai elimestä toiseen. Mikrobin lisääntyminen elimistössä aiheuttaa infektioksi kutsutun ilmiön, jota kansanomaisesti kutsutaan taudiksi. Infektion oireiden ilmenemistä alkamista kutsutaan inkubaatioajaksi. Se siis tarkoittaa ensimmäisten oireiden ja tartunnan välistä aikaa. (Eskola, Huovinen & Valtonen. 1998, 36)

Varsinaisen infektiotaudin määritelmänä pidetään sitä, että taudista havaitaan mikrobien lisäksi isäntäelimistössä oireita tai elimistössä havaittavia infektion aiheuttamia muutoksia. On myös mahdollista, että ihmisellä on oireeton infektio. Mainitussa tapauksessa infektio ei aiheuta sairastumiseen viittaavia oireita ja mikrobien läsnäolo elimistössä voidaan todeta vain laboratoriotutkimuksilla. On myös mahdollista, että henkilö kantaa haitallisia mikrobeja mukanaan ja ne lisääntyvät esimerkiksi iholla tai limakalvolla ilman infektoitumista. Tätä kutsutaan kolonisaatioksi. Infektion jälkiseurauksena tai kolonisaatiosta johtuen henkilö voi toimia mikrobin kantajana vielä useita päiviä tai pidempiäkin aikoja taudin oireiden lakkaamisen jälkeen (Eskola ym. 1998, 36)

Historiassa valossa ihmiskunnassa leviävät infektiot ovat aiheuttaneet huomattavia haasteita. 1800-luvun alkupuolella pilkkukuumeeksi kutsuttu tain levittämä tauti näännytti niin Napoleonin armeijan joukkoja kuin muutakin väestöä Euroopassa. Napoleon lähti taisteluun Venäjää vastaan noin 600000 miehen kanssa. Näistä palasi kuuden kuukauden mittaiselta sotaretkeltä vain alle 40000 miestä. Näistäkin kuntoutui täysin terveeksi vain noin 1000 miestä. Taisteluissa Napoleon menetti kuitenkin vain noin 60000 henkeä. Valtaosan henkilöistä siis surmasi pilkkukuume ja lavantauti. (Eskola ym. 1998, 18)

Infektiot voivat joissain tapauksissa levitä varsin nopeasti. Nykyään ihmisten matkustelu ja globaali kanssakäyminen on aiheuttanut sen, että taudin kantajana toimiva henkilö on voinut vaihtaa maanosasta toiseen ennen kuin infektio on edennyt oireiluun asti. Mainitussa tapauksessa voidaan tahattomasti siirtää taudin aiheuttajia hyvin laajalti. Tämä saattaa erittäin herkästi tarttuvan mikrobin tapauksessa aiheuttaa pandemian. Historiassa tunnetuin pandemiatapaus liittyy ruttoon. Kotitalouksissa viihtyvän mustarotan (*Rattus rattus*) kirput kantoivat mustan surman aiheuttavaa patogeeniä mukanaan, josta se levisi ihmisiin. Ensimmäisen kerran rutto esiintyi vuonna 542 jälkeen ajanlaskumme alkua. Kyseinen ruttoepidemia kesti noin 60 vuotta ja siinä kuoli noin 100 miljoonaa henkilöä eri puolilla Eurooppaa ja Lähi-itää. Musta surma nosti uudelleen päätään 1300-luvun puolivälissä, jonka lopputulemana noin 24 miljoonaa ihmistä menetti henkensä. Se on ollut arviolta noin neljännes koko Euroopan sen aikaisesta väestöstä. (Eskola ym. 1998, 20)

Ajan saatossa myös Kolera, Tuhkarokko ja immuunikato eli AIDS on vaatinut veronsa. Koleraa on ensimmäisen kerran esiintynyt vuonna 1500-luvun puolivälin paikkeilla. Kolera siirtyy usein veden mukana ja se esiintyy siellä, missä puhtaan veden saatavuus on rajoittunutta. Nykyaikana koleraa esiintyy erityisesti maanjäristysten tai muiden luonnonkatastrofien jälkeen, kun paikallinen vesijohto- ja viemäriverkosto vaurioituu. Esimerkkinä tästä toimii vaikkapa Haitin maanjäristys. Muutamia viikkoja maanjäristyksen jälkeen maassa havaittiin ensimmäisiä kolera tapauksia. (Eskola ym. 1998, 23)

Tuhkarokko tappaa edelleen lapsia vuosittain eri puolilla Maailmaa. Tuhkarokkovirus tarttuu erittäin herkästi henkilöstä toiseen. Tuhkarokkoepidemia talttuu kuitenkin siinä vaiheessa, kun suurin osa ihmisistä on jo sairastanut sen. Pienien lapsien osalta tauti saattaa kuitenkin olla kohtalokas. Immuunikato eli AIDS levisi 80-luvun alun jälkeen myös laajalti. Tautia pidettiin alun perin seksitautina, mutta myöhemmässä vaiheessa huomattiin sen leviävän verikontaktissa erityisesti suonensisäisiä huumeita käyttävien henkilöiden parissa. Vuonna 1997 AIDS:in esiastetta eli HIV infektiota kantoi noin 25 miljoonaa henkilöä. Nykyään tautiin ei enää kuole estolääkityksen avulla. Tällä hetkellä tautia esiintyy erityisesti Etelä-Afrikassa, jossa tautia kantaa noin neljännes väestöstä. (Eskola ym. 1998, 23)

Patogeenistä erityisesti bakteerit ja virukset esiintyvät ihmisiä infektoivina taudinaiheuttajina. Bakteereiden muodosta esimerkkinä voidaan käyttää Kolibakteeria, jota esiintyy yleisesti Suomessa. Kolibakteeri on kooltaan noin 2 mikrometriä pitkä ja 1 mikrometriä leveä. Bakteeria ympäröi ulkopuolelta ohut suojaava solukalvo ja sen sisällä on sisempi solukalvo, joka pitää sisällään sytoplasman ja nukleoidin. Solukalvon suojaavan ominaisuuden lisäksi sen tehtävänä on päästää lävitseen erilaisia ioneja ja yhdisteitä, joita bakteeri tarvitsee. Tätä tarkoitusta varten solukalvossa on erilaisia proteiineja, jotka toimivat portteina näille yhdisteille. Bakteerien energian saanti voidaan toteuttaa eri tavoin. Bakteerityypistä riippuen, myös solukalvossa olevat proteiinit toimivat energian välittäjäaineina. (Heino & Vuento. 2014, 85)

Kolibakteerilla ja joillakin muillakin bakteereilla on pinnassaan niin sanottuja värekarvoja ja väresiimoja. Niiden avulla bakteeri kykenee tarttumaan muiden solujen pintaan ja liikkumaan nesteessä. Kolibakteerin sytoplasma sisältää lukuisia aineenvaihduntaan osallistuvia orgaanisia yhdisteitä, ioneja. Siinä on noin tuhat erilaista entsyymiä ja noin 15000 ribosomia. Kolibakteerin DNA eli perimä on nukleoidirakenteessa. Se sisältää muodoltaan rengasmaisen DNA-molekyylin, joka on 464000 emäsparia pitkä. Kolibakteerissa on arvioitu olevan noin 4300 geeniä. Tästä geenimäärästä noin 530 osallistuu DNA:n replikaatioon ja korjaukseen. Bakteerin sytoplasmassa on myös pienempiä rengasmaisia molekyyliä, joiden sisältämät geenit auttavat bakteereita kestämään muun muassa antibiootteja ja muita myrkyjä. (Heino ym. 2014, 85)

Virukset ovat muodostuneet proteiineista ja nukleiinihaposta. Ne saattavat sisältää usein myös sokereita ja lipidejä. Kooltaan virukset ovat pieniä hiukkasia, jotka kykenevät tunkeutumaan soluihin sisään ja lisääntymään niissä. Virukset eivät ole solun ulkopuolella varsinaisesti eläviä, vaan niitä voidaankin pitää soluun tunkeutuvina loisina. Viruksen syntyperää ei tarkalleen tunneta, mutta ne elävät solujen kanssa tavallaan symbioosissa. Ilman soluja ne eivät menestyisi ja kaikilla soluilla ja muilla eliöillä on omat viruksensa. Viruspartikkelin, eli virioinin nukleiinihappo sisältää viruksen DNA:n ja RNA:n eli geenit. Viruksella itsellään ei ole proteiinien synteesiin tarvittavaa koneistoa, joten sen geenien ilmeneminen voi tapahtua vain soluissa. Viruksia pidetäänkin eräänlaisena välimuotona kuolleen ja elävän aineen välillä. (Eskola ym. 1998, 294)

Virusten leviäminen riippuu virustyyppistä. Tunkeuduttuaan isäntäsolun sisään alkaa virusten monistuminen. Menetelmä riippuu viruksen nukleiinihapon laadusta. Kun tarvittavat nukleiinihappo ja proteiinit on syntetisoitu niin viruspartikkelit alkavat muodostua itsestentuvasti. Tässä vaiheessa viruspartikkelien on päästävä ulos alkuperäisestä isäntäsolustaan. Tämä voi tapahtua yksinkertaisimmillaan solun hajotessa. Jotkut viruspartikkelit pääsevät ulos solukalvoista ilman sen rikkoontumista ja jatkavat levittäytymistä muihin soluihin. (Eskola ym. 1998, 295)

Mikrobit leviävät keskuudessamme useita eri teitä. Mikrobeja on kaikkialla ympäristössämme ja niitä kulkee esimerkiksi käsiemme mukana. Virukset kestävät hankaliakin olosuhteita odottaessa sopivan isäntäsolun ilmenemistä. Bakteerit taas tarvitsevat sopivan isäntäsolun lisääntyäkseen. Bakteerit kuolevat ilman sopivan isäntäsolun tarjoamia elämisen edellytyksiä. Infektioiden leviämisen kannalta patogeeneit voivat levitä ihmiskontaktissa, mutta myös pintojen kautta. Norovirukset saattavat säilyä tartuntakelpoisina kovalla kuivalla pinnalla huoneenlämmössä jopa lähes kaksi viikkoa. Bakteerit voivat taas säilyä tartuntakykyisenä pinnoilla muutamista tunneista vuorokausiin. Tämä riippuu pintojen puhtaudesta. Jos pinnalla on mikrobiflooraa niin se auttaa bakteerien selviytymistä. (Sovijärvi 2019)

Mikrobifloora on kerros, jossa esiintyy runsaasti mikrobeja ja niiden tarvitsemia ravinnaineita. Mikrobiflooraa esiintyy eri pinnoilla ja erityisesti ihmisen iholla. Ihmisen iholla on normaalisti runsas kasvusto mikrobeja, joka koostuu pääasiassa bakteereista. Ihoa ei voi saada steriiliksi sitä vaurioittamatta. Yleisesti ottaen ihon bakteeristo koostuu muutamasta kymmenestä eri lajista, jotka kattavat kaksi kolmasosaa ihon mikrobeista. Iholla esiintyy myös sieniä ja viruksia. (Meurmann, 2012)

2.1 Lainsäädäntö ja Puolustusvoimien ohjeistus mikrobeilta suojautumiseksi

Tässä luvussa käsitellään haitallisilta mikrobeilta suojautumiseen liittyvää sääntelyä. Aluksi tarkastellaan lainsäädännön puolelta tulevia vaatimuksia ja sen jälkeen Puolustusvoimien omaan toimintaansa kohtaan asettamaa sääntelyä. Puolustusvoimien palvelusturvallisuuteen ja työturvallisuuteen liittyvät näkökohdat on esitetty luvussa 4.

Mikrobien aiheuttamia riskejä on ohjattu lainsäädännöllä ja useiden eri virastojen ohjeistuksella. Yleisesti ottaen sääntely kuuluu ympäristöterveydenhuollon toimialaan. Vuoden 2017 alussa tuli voimaan Tartuntatautilaki joka paransi sääntelyä muun muassa infektioiden seurantajärjestelmän osalta, sekä tiedonsaannin osalta epidemioiden syiden selvittämisen yhteydessä. Tartuntatautilaki ei sinällään anna ohjeita esimerkiksi käytännön toimenpiteistä, vaan laki on luonteeltaan toimintaa ohjaava niin viranomaisten kuin yksityishenkilöidenkin osalta.

Terveydensuojelulaki (763/1994) määrittelee yleisiä periaatteita vastuista ja käytännön toimenpiteiden suorittamisesta valtio- ja kuntatasolla. Lain tarkoituksena on kansalaisten terveyden ylläpitäminen. Lain tavoitteena on myös ennaltaehkäistä ja poistaa terveysriskejä. Terveydensuojelun ylin johto ja suunnitteluvastuu kuuluu Sosiaali- ja terveysministeriölle. Käytännön toimia ohjaa Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto Valvira. Valvira puolestaan laatii valtakunnallisen terveydensuojelun valvontaohjelman, jonka perusteella alueelliset toimijat suunnittelevat toimintansa. Alueellisena toimijana kunnissa toimii kunnan terveydensuojeluviranomainen, joka isommissa kunnissa on lautakunta ja pienemmissä kunnissa esimerkiksi kunnan eläinlääkäri. Laki asettaa terveydensuojeluviranomaiselle tarvittavia kelpoisuusvaatimuksia.

Puolustusvoimien osalta kunnan terveydensuojeluviranomaiselle säädetyistä tehtävistä huolehtii sotilaallisissa harjoituksissa ja maanpuolustuksen kannalta tärkeissä kohteissa puolustusvoimien viranhaltija, joka omaa riittävän pätevyyden ja jolle tehtävä käsketty. Puolustusvoimat laatii oman toimintansa osalta terveydensuojelun valvontasuunnitelman, jossa käsketään toiminnan luonne ja vastuut. (Terveydensuojelulaki 1994)

Terveydensuojelulain (763/1994) mukaan kunnallisen viranomaisen on varauduttava mahdollisiin häiriötilanteisiin yhteistyössä muiden viranomaisten kanssa. Häiriötilanteilla tarkoitetaan mitä hyvänsä tilannetta, joka saattaa aiheuttaa terveydellistä vaaraa. Laissa annetaan myös määräyksiä talousveden tuotannosta, sen käytöstä ja laadun valvonnasta. Vedentuotantolaitoksille on asetettu omavalvontaan liittyviä ohjeita. Huomattavaa on, että vedentuotantolaitosten toiminnan on perustuttava laatuun vaikuttavien riskien arviointiin ja hallintaan. Talousvedessä havaitun laadun heikkenemisen tai veden välityksellä leviävän taudin ehkäisemiseksi on toiminnan suorittajan ryhdyttävä välittömiin toimiin laadun parantamiseksi. Laki edellyttää myös Kunnan terveydensuojeluviranomaisen ja puolustusvoimien vastaavan viranhaltijan ryhtyvän välittömiin toimiin tapauksen syiden selvittämiseksi.

Jätteiden käsittelyn osalta Terveydensuojelulaki (763/1994) määrittää, että jätteidenkäsittely ei saa missään muodossaan aiheuttaa terveyshaittaa. Asuntojen ja oleskelutilojen osalta laki toteaa, että niissä ei saa olla eläimiä ja mikrobeja siinä määrin, että niistä aiheutuu terveydelle haittaa. Jos näin kuitenkin on niin viranomaisten on ryhdyttävä toimenpiteisiin haittojen välittömäksi poistamiseksi.

Elintarvikelaki 23/2006 mukaisesti puolustusvoimat huolehtii elintarvikevalvontaviranomaiselle säädetyistä tehtävistä puolustusvoimien valvontaan kuuluvien elintarvikehuoneistojen osalta. Näitä ovat varuskuntien ruokalat, kenttämuonituspisteet ja alusten keittiötilat varastoineen. Laissa määritellään myös, että elintarvikevalvontaviranomaisella on velvollisuus alkaa selvittämään tilannetta välittömästi saatuaan tiedon ruokamyrkytyksestä tai siihen liittyvistä epäilyistä. Selvittämistoimet sisältävät epidemiologiset ja mikrobiologiset tutkimukset. Tutkimustulokset on toimitettava Kansanterveyslaitokselle ja Elintarvikevirastolle.

Euroopan parlamentin antamassa asetuksessa numero 1935 vuodelta 2004 on annettu määräyksiä elintarvikkeiden kanssa kosketuksiin joutuvista materiaaleista ja tarvikkeista. Kyseisen asetuksen antamisen keskeinen tarkoitus on ollut säädellä uusien materiaalien ominaisuuksien mahdollista vaikutusta elintarvikeeturvallisuuteen. Erityisesti uusissa pakkausmateriaaleissa on sellaisia kemikaaleja, joilla saattaa olla vaikutusta ihmisten terveyteen ja elintarvikkeiden säilyvyyteen. Asetuksen mukaan käytettävät aineet ja materiaalit tulee olla hyväksytyt asetuksen liitteessä. Jos näin ei ole niin uusien aineiden ja materiaalien osalta asetuksessa on esitetty tarvittavat hyväksymismenettelyt.

Euroopan parlamentin antamassa asetuksessa 852/2004 on annettu määräyksiä elintarvikehuoneistojen rakenteista. Huoneistojen käsienpesuvälineistä pitää asetuksen mukaan löytyä kylmä ja kuuma vesi, tarvittavat pesuaineet ja käsien kuivaukseen liittyvät materiaalit. Tiloihin tulee olla myös riittävä luonnollinen tai koneellinen ilmanvaihto. Mekaaninen ilmavirtaus saastuneelta alueelta puhtaalle alueelle on asetuksen mukaan estettävä. Myös ilmanvaihtojärjestelmän puhdistamista vaativat järjestelmät ja suodattimet on oltava helposti saavutettavissa. Ruuan valmistukseen tai elintarvikkeiden käsittelyyn liittyvien tilojen pinnat tulee olla helposti desinfioitavissa. Tämä edellyttää sitä, että pintojen käsittelyssä käytetään vedenpitäviä, nesteitä hylkiviä, pestäviä ja myrkyttömistä materiaaleista tehtyjä pintoja. Pintojen tulee olla sileitä ja toiminnan kannalta niiden täytyy ulottua riittävän korkealle. Muissa tapauksissa elintarvikealan toimijan täytyy pystyä osoittamaan toimivaltaiselle viranomaiselle muiden käytettyjen materiaalien soveltuvuutta. Elintarvikkeiden pintojen käsittelyn osalta koskevat vastaavat määräykset ja sen lisäksi pintojen täytyy olla ruostumattomia.

Ruokavirasto eli Evira suunnittelee, ohjaa, kehittää ja valvoo keskushallintoviranomaisena eläintautien vastustamista. Eläintautien vastustamisen ylin johto kuuluu Maa- ja metsätalousministeriölle. Kunnallisella tasolla vastuu kuuluu kunnalliselle eläinlääkärille ja

puolustusvoimissa ympäristöterveydenhuollon viranhaltijalle. Ohjeistus ja toiminta painottuu eläinten pitopaikkoihin ja tarvittaessa toimenpiteisiin esiintyvien tautitapausten hoidossa ja ennaltaehkäisyssä. (Epira 2019)

Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontaviranomainen Valvira ohjaa valtakunnallisesti ympäristöterveydenhuoltoa yhdessä Epiran kanssa. Virastot julkaisevat yhteisesti ympäristöterveydenhuollon valvontasuunnitelman, josta uusien laitosten on valtakunnallinen valvontaohjelma 2020-2024. Kyseisessä ohjelmassa määritetään valvonnan ja ohjauksen suoritusta kyseiselle aikavälille. Ohjeen sisältö noudattaa tällä hetkellä voimassa olevaa valvontaohjelmaa monin paikoin. Ohjeen loppuun on koottu linkkejä eri ministeriöiden ja valvontaviranomaisten kriisiajan ohjeista ja suunnitelmista. (Valvira 2019)

Puolustusvoimissa ympäristöterveydenhuollon viranomaistehtävistä vastaavat pääesikunnassa puolustusvoimien ylilääkäri ja ylieläinlääkäri. Ympäristöterveydenhoidon viranomaistehtävistä taas vastaavat joukko-osastotasolla puolustusvoimien Sotilaslääkekeskuksen eläinlääkärit ja merivoimien eläinlääkäri. Puolustusvoimat on käskenyt vastuista ja tehtävistä kahdessa omassa hallintonormissaan. Nämä ovat ”Elintarvikelain mukainen toiminta Puolustusvoimissa” ja ”Terveydensuojelulain mukainen toiminta ja viranomaisvalvonta Puolustusvoimissa”. Vuosittain laaditaan myös ympäristöterveydenhuollon valvontasuunnitelma, jolla käsketään vuosittaiset toiminnan painopisteet ja resurssit. (Puolustusvoimat 2019)

Ympäristöterveydenhuollon valvontakohteet koskevat lähinnä lakisäätteisiä valvontakohteita, joita ovat ruuanvalmistustilat, terveydenhuollon tilat, talousvesihuolto, majoittumis- ja kokoustilat, peseytymispaikat, käymälät ja jätehuolto. Muiden tilojen osalta suoritetaan tarkastuksia tarpeen mukaan. Tarkastusten yhteydessä kyseisiin kohteisiin riskit arvioidaan ja jatkossa tarkastuksia kohdennetaan niihin myös riskiperustaisesti. Henkilöstön osalta tarkastuksissa todennetaan muun muassa hygieniapassien voimassaolo ja muu hygieniaosaaminen. (Sjöman 2018; Sovijärvi 2019)

Uudisrakenteiden ja peruskorjattavien kohteiden suunnitteluun ja toteutukseen puututaan tarpeen mukaan. Kyseisistä kohteista ei ole olemassa varsinaista normistoa. Mainitun kaltaisiin kohteisiin annetaan ohjeistusta, jos tilaaja sitä pyytää. Rakentaja ja rakennuttaja noudattavat lähtökohtaisesti voimassa olevia lakeja ja määräyksiä. Näihin ei kuitenkaan kuulu antimikrobisten materiaalien tai pintojen käyttö (Halenius 2017; Sjöman 2018; Sovijärvi 2019)

Puolustusvoimat asettaa vuosittain yli neljän henkilön vuosityöpanoksen ympäristöterveydenhuollon viranomistehtävien täyttämiseksi. Puolustusvoimat kouluttaa vuosittain omaa henkilöstöään hygieniaturvallisuuteen liittyvissä asioissa erilaisilla kursseilla ja myös julkaisemalla aiheesta useita ohjeita ja artikkeleita. Kokemuksen mukaan tiedon jalkautuminen jää joukko-osastoissa henkilöstön oman kiinnostuksen varaan. Antimikrobisten materiaalien käyttöä ei ole juurikaan mietitty ja aiheesta ei ole olemassa ohjeistusta. Uudisrakenteissa ja

peruskorjauskohteissa ohjeita annetaan ympäristöterveydenhuoltoon liittyen vain jos ne koskevat valvontakohteita tai tilaaja niistä erikseen kysyy.

Puolustusvoimien organisaatioista hygieniaturvallisuuden osalta Sotilaslääketieteen keskus on antanut pisimmälle meneviä ohjeita mikrobien aiheuttamien riskien pienentämiseksi. Ohjeet tulevat esiin muun muassa terveysasemien hygieniasuunnitelmissa, jota noudatetaan kaikissa Sotilaslääketieteen potilastyötä tekevissä toimipisteissä. Kyseisen ohjeen tarkoituksena on luoda puhdas, hygieeninen ja turvallinen ympäristö siellä työskentelevälle henkilöstölle. Toiminta näissä kohteissa jakaantuu viiteen eri osioon. Nämä ovat infektioiden torjunta, välinehuolto, siivoustoimi, jätehuolto ja pyykin käsittely. Hygieniasuunnitelmassa mikrobien torjunta perustuu suunnitelmalliseen siivoukseen ja materiaalien vaihtoon riittävällä syklillä. Myös huolellista käsihygieniää korostetaan. Pinnoitusmateriaaleja ei suunnitelmassa huomioida. (Sotilaslääketieteenkeskus, 2014)

Pääsikunta on antanut määräyksen (HM603) ruokahuollon toteuttamisesta normaalioloissa puolustusvoimissa. Määräyksessä käsketään eri toimijoiden vastuut ruokahuollon toteutuksessa. Näitä vastuita on jaettu Logistiikkalaitokselle, puolustushaaroille ja ruokahuollon toteuttajille. Määräyksen keskiössä on käytännön toimenpiteiden suorittaminen eri tilanteissa. Hygieniaturvallisuuden varmistamiseksi on määräyksessä esitetty vaatimuksia omavalvonnan suorittamisesta ja velvollisuudesta toteuttaa toimenpiteet elintarvikelainsäädännön periaatteiden mukaisesti. Pinnoitusmateriaaleihin tässä määräyksessä ei oteta kantaa.

Sotilaslääketieteen laitos on julkaissut työ- ja palvelusturvallisuuden toimintaohjelman vuosiksi 2019- 2022. Ohjelmassa tuodaan esiin kaikki normaalit palvelusturvallisuuteen liittyvät näkökulmat. Ohjelmassa korostetaan esimiesten vastuuta havaittujen työhön liittyvien riskien poistamiseksi tai vähentämiseksi Mikrobeihin liittyvinä riskeinä on tunnistettu puutiaisaivokalvontulehdus ja influenssat. Antimikrobisten pinnoitusmenetelmien tai mikrobien aiheuttamien riskien vähentämiseen ei toimintaohjelmassa oteta kantaa. (Sotilaslääketieteenkeskus 2018) Puolustusvoimien muissa sotilaslääketieteeseen tai palvelusturvallisuuteen liittyvissä ohjeissa tai käskyissä ei havaintojen mukaan nosteta myöskään esiin tilojen pintamateriaalien merkitystä infektioiden torjunnassa.

2.2 Yleisimmät tauteja aiheuttavat mikrobit Puolustusvoimissa

Puolustusvoimissa henkilöstön sairastuminen tapahtuu vastaavalla tavalla, kuin muuallakin yhteiskunnassa. Helposti tarttuvat infektiot kuitenkin leviävät nopeasti erityisesti kasarmi- alus- ja leiriolosuhteissa. Tämä johtuu pitkälti siitä, että pienissä tiloissa on suhteellisen suuri määrä henkilöitä. Nämä henkilöt myös käyttävät samoja saniteettitiloja ja ruokailevat samoissa paikoissa. He koskevat samoja pintoja ja altistuvat myös toistensa ympärille levittämille pienille pisaroille ja muille jätöksille. Puolustusvoimissa voidaan siis todeta, että on olemassa kohonnut riski saada muiden levittämistä patogeeneista infektio. (Sovijärvi 2019)

Infektiotautitilanne kotimaassamme muuttuu jonkin verran vuosittain ja se heijastuu myös puolustusvoimiin. Tämä nivoutuu pääsääntöisesti kansainväliseen tilanteeseen, koska osa patogeeneistä kulkeutuu matkailijoiden mukana. Jotkut infektiotaudit ovat riippuvaisia myös muun muassa ihmisten ravintotottumusten kehittymisestä. Tästä on esimerkkinä vuonna 2016 Salmonellatapausten lisääntyminen. Se johtui todennäköisesti ituja ja Rukolaa sisältävien elintarvikkeiden käytön lisääntymisestä. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2019)

Määrällisesti eniten infektioita Suomessa aiheutuu A ja B tyypin influenssaviruksista (H1N1)pdm09 ja A(H3N2). Myös muita variaatioita on esiintynyt influenssaviruksista. Influenssakausi on Suomessa tyypillisesti loppuvuoteen ja alkutalveen sijoittuva. Suolistoinfektioita määrällisesti eniten aiheuttaa Norovirus, josta todettiin vuonna 2017 myös uudentyyppinen muoto. Norovirus aiheuttaa vuosittain paikallisia epidemioita, joissa tyypillisesti sairastuu muutamista kymmenistä ihmisistä aina muutamaan sataan kerrallaan. Norovirus on myös Puolustusvoimissa yleisin sairastumisia aiheuttava patogeeni. Norovirus infektoi tehokkaasti henkilöstöä myös siksi, että se kestää hyvin hankaliakin olosuhteita. Norovirus säilyy myös tartuntakykyisenä eri pinnoilla hyvinkin pitkiä aikoja. Puolustusvoimissa yleisimmin esiintyvät tartuntoja aiheuttavat mikrobit on esitetty liitteessä 1. (Terveyden ja hyvinvoinninlaitos 2019; So-vijärvi 2019)

Sairaalabakteerina tunnettu MRSA esiintyy myös puolustusvoimien kohteissa ajoittain. MRSA tulee sanoista metisilliini resistentti *Staphylococcus aureus*. Kyseessä on normaali *S.aureus*-bakteeri, joka on muuntunut antibioottiherkkydeltään niin, että siihen eivät tehoa metisilliiniryhmän antibiootit. Väestöstä noin 20-30% kantaa normaalisti *S.aureus*ta nenän limakalvoilla tai iholla. Bakteeri voi aiheuttaa eri tyyppisiä ihoinfektioita. Vakavammat infektiot voivat olla tyypiltään keuhkokuumetta tai jopa verenmyrkytys. MRSA ei poikkea juurikaan normaalista *S.aureus*en aiheuttamasta taudinkuvasta muuten kuin siinä, että antibiootit eivät auta infek-tion hoidossa juurikaan. (Sotilaslääketieteenlaitos, 2013)

Veden ja ruuan välityksellä voidaan saada myös useita muita patogeenejä Suolistoperäisinä ne aiheuttavat yleensä oksentelua, ripulia ja kuumeilua. *Clostridium botulium* bakteeri, joita on olemassa A,B,E ja F tyyppiä saattaa kuitenkin aiheuttaa jopa kuoleman. Kyseinen bakteeri voi tulla tyhjiöpakattujen kalatuotteiden ja huonosti prosessoitujen säilykkeiden välityksellä. *Kampylobakteerit* välittyvät huonosti kypsennetyn siipikarjan ja sianlihan, sekä puhdistamattoman veden mukana. *Listeria monocytogenes* bakteeri välittyy myös tyhjiöpakatun kalan voin ja kasvien välityksellä. Parasiiteista *Giardia spp.* välittyy ulostesaastuneen veden välityksellä (Sotilaslääketieteenkeskus 2017)

Puolustusvoimat on organisaatio, joka rauhanaikana varautuu ja valmistautuu toimimaan poikkeusaikojen olosuhteissa. Sodanuhan ollessa ajankohtainen, puolustusvoimat varautuu myös biologista uhkaa varten. On mahdollista, että vastustaja käyttää mikrobeja jollakin

soveltuvalla tavalla puolustajan asevoimia ja yhteiskuntaa vastaan. Ajan saatossa on kehitetty useita biologisen sodankäyntiin soveltuvia mikrobeja. Sotilaat myös perinteisesti ovat tiedostaneet tämän. On myös mahdollista, että edellä mainittuja tavallisesti esiintyviä mikrobeja käytetään vastustajan tai jonkun kolmannen osapuolen toimesta meitä vastaan. Tämä voi tapahtua esimerkiksi pintojen saastuttamisen kautta tai veden ja ruuan välityksellä. Mainitun kaltaisen toimenpiteen havainnointi voi olla vaikeaa. Se saattaa naamioitua myös tavalliseksi epidemiaksi. Sillä voi olla kuitenkin suuri vaikutus puolustusvoimien hetkelliseen suorituskykyyn. (Anteroinen 2019; Sovijärvi 2019)

Epidemiolla tarkoitetaan tilannetta, jossa sairastapauksia havaitaan tavanomaista enemmän määrättyinä ajanjaksona. Puolustusvoimissa on määritelty epidemian rajat henkilöstömäärään ja infektiotyyppiin sitoen. Ylähengitystieinfektiossa tämä raja on, jos komppaniassa tai vastaavassa yksikössä sairastuu samankaltaisiin oireisiin viikon kuluessa vähintään 5% henkilöstön rivivahvuudesta. Maha-suolikanavan infektion osalta määränä pidetään sitä, että vähintään viisi henkilöä samasta perusyksiköstä sairastuu kahden vuorokauden sisällä ja koko joukko-osastossa vähintään 20 henkilöä, jos he ovat useista yksiköistä. Ruokamyrkytyksen ollessa kyseessä epidemian esiintymisen määränä pidetään sitä, että vähintään viisi henkilöä samasta varuskunnasta sairastuu ja syy-yhteys voidaan osoittaa ruokaan tai juomaan liittyväksi. Influenssaepidemian katsotaan olevan kyseessä, kun noin 5-15% henkilöstöstä sairastuu epidemia-ajankohtana. Oireet ovat vastaavia, kuin ylähengitystieinfektio epidemiassa. Pandemiaksi epidemia voidaan määritellä, kun 25-35% henkilöstöstä sairastuu. (Sotilaslääketieteenkeskus, 2019)

2.3 Miksi ihminen infektoituu

Ihminen altistuu päivittäin suurelle määrälle mikrobeja. Suuri osa näistä mikrobeista ovat sellaisia, jotka eivät aiheuta sairautta muuten terveelle henkilölle. Tämä johtuu elimistön vastustuskyvystä eli immunitetistä. Nämä mikrobit poistuvat elimistöstämme yleensä minuuteissa tai tunneissa luonnostaan tai peseytymisen yhteydessä. Ympäristössämme löytyy myös bakteereja, jotka voivat vierailta elimistössämme pidempikin aikoja aiheuttamatta kuitenkaan sairastumista. Infektoitumiseen johtava mikrobimäärä on meillä jokaisella yksilöllinen. Infektoitumiseen vaikuttaa mikrobin taudinaiheuttamiskyky, jota kutsutaan virulenssiksi sekä elimistön oma vastustuskyky. (Lounamo, Tuuminen & Kotilainen 2014, 796)

Mikrobeilla on oma sille ominainen määrä, joka tarvitaan infektion aikaansaamiseksi. Tämä voi vähimmillään olla vain yksi bakteeri. Norovirusta tarvitaan infektiin vain muutamia kymmeniä viruksia. Ripuliulosteessa norovirusia voi olla sata miljardia virusta grammassa ulostetta. Pienelläkin ulostemäärällä esimerkiksi uimavedessä voidaan tartuttaa suuria määriä muita uimareita. Koska norovirus tarttuu herkästi ja pieni määrä riittää infektoitumiseen niin sitä voidaan pitää erittäin tarttuvana patogeeninä. Salmonella on tästä taas toisenlainen esimerkki. Salmonella viruksia tarvitaan sisäisesti nautittuna ruuan tai juoman seassa

keskimäärin 100000 bakteerin annos, jotta se aiheuttaisi ripulin. Liitteessä 1. on kuvattu Suomessa yleisimpien mikrobien tarttuvuutta. (Lounamo ym.2014, 796)

Terveiden ihmisten altistuessa samalla tavalla influenssaviruksille tai noroviruksille niin keskimäärin vain puolet sairastuvat. Tarkkaa syytä tähän ei tunneta, mutta on mahdollista, että osa syistä liittyy henkilöiden geeneihin. On myös mahdollista, että esimerkiksi mahalaukun happamuus tai muut henkilöiden välillä olevat poikkeavat seikat vaikuttavat infektoitumiseen. Bakteereiden osalta taudinaiheuttamiskykyyn vaikuttaa sen mahdollisuus kiinnittyä ihmisen soluihin. Tämä on edellytys infektion syntymiselle. (Lounamo ym. 2014, 795)

Infektoituminen voi tapahtua useiden eri vaihtoehtojen kautta. Ihminen altistuu mikrobeille oman käyttäytymisensä ansiosta joka tapauksessa kaiken aikaa. Tämä tapahtuu koskettelemalla pintoja ja hengittämällä ympäröivää ilmaa. Ihmisellä on taipumus tahattomasti ja huomaamatta kosketella itseään suun, nenän, korvien ja silmien alueelle. Näillä tahattomilla reaktioilla ihminen pyrkii todennäköisesti poistamaan esimerkiksi häiritsevän roskan. Samalla avataan tie patogeeneiden mahdollisuudelle päästä elimistöön. Ihminen voi altistua haitallisille patogeeneille hengittämänsä ilman välityksellä. Ilmassa voi olla pieniä aerosolipisaroita, joissa on patogeeneja. Sormien koskettelun kautta patogeeneja voi päästä suun tai nenän limakalvoille. Myös elintarvikkeiden tai juoman kautta sairastuminen on mahdollista. Uiminen tai peseytyminen altistaa vedessä vaaniville haitallisille mikrobeille tai alkueläimille. Mikrobit voivat kulkeutua elimistöön myös vammojen ja haavaumien kautta. Varteenotettavana infektoitumistienä on myös pidettävä hyönteisten ja eläimien puremia. (Työterveyslaitos 2008, 262)

2.4 Toimenpiteet mikrobien leviämisen estämiseksi

Mikrobien leviämisen estämiseksi voidaan toteuttaa useita tilanteeseen sopivia toimenpiteitä. Näitä menetelmiä on sopivat materiaalivalinnat, pintojen puhdistukset ja hyvä henkilökohtaisen hygienian. Materiaaleja ja henkilöitä voidaan tarvittaessa desinfektoida tai kansanomaisesti menetelmää kutsutaan myös desinfiointiksi. Desinfektio on menetelmä, jonka tarkoituksena on tappaa tai poistaa patogeeneja ja mikrobit tai vähentää niiden taudinaiheuttamiskykyä olemattomaksi. Desinfektioilla ei voida kuitenkaan tuhota kaikkia bakteerien itiöitä eikä sporojeja. Desinfektioita voidaan toteuttaa esineisiin, ihoon ja limakalvoille. Menetelminä voivat olla kemialliset yhdisteet, kuumennus ja sopivalla taajuudella käytetty valo. (Eskola ym. 1998, 788.)

Tehokkaana keinona vähentää mikrobeita erityisesti kovilla pinnoilla on siivous riittävän usein. Tarkoitukseen soveltuvalla pesuaineliuksella pestään mikrobeiden mahdollisia esiintymispintoja ja näin vaikutetaan niiden lisääntymismahdollisuuksiin. Markkinoilla on useita tarkoitukseen soveltuvia pesuaineita. Myös yli 80 % etanolin käyttö tuhoaa mikrobeja tehokkaasti. (Sovijärvi, 2019; Eskola ym. 1998, 788)

Vaikeissa puhdistuskohteissa tai jo patogeeneilla kontaminoituneissa pinnoissa puhdistuksessa voidaan käyttää esimerkiksi Virkon S pesuaineesta tehtyä liuosta. Se tuhoaa tehokkaasti eri tyyppisiä mikrobeja. Virkon S:n teho perustuu hapetusreaktioon, joka tuhoaa tehokkaasti mikrobeja. Se ei ole ihmisille tai eläimille vaarallista. Joissakin kohteissa voi olla perusteltua käyttää esimerkiksi klooripohjaisia pesuaineita. Kloori tappaa käytännössä kaiken elollisen ja se on myös ihmisille ja eläimille vaarallista niin ihokosketuksessa kuin hengitettynäkin. Vaikeasti saastuneissa kohteissa voi desinfektointi menetelmänä olla myös kohteen sulkeminen ilmatiiviisti eli niin sanottu huputtaminen. Tämän jälkeen kohteeseen sumutetaan kaasumaisessa muodossa olevaa vetyperoksidia. Kyseinen menetelmä tappaa valtaosan mikrobeista. (Sovijärvi, 2019)

Käsien pesu riittävän usein on tärkein keino estää mikrobien leviämistä ympäristöön. Se on tehokasta myös oman infektoitumisen estämisessä. Kädet tulisi pestä aina silloin, kun ollaan tekemisissä paikkojen kanssa, jossa voi olla patogeeneja. Näitä tilanteita ovat WC käynnit, erityisesti ennen ruokailua tai jos on toimittu paikoissa tai välineillä, joita useat ihmiset käyttävät. Riittävä käsienpesu pitää sisällään saippuan käytön käsien pesuun. Tässä yhteydessä kiinnitetään huomiota myös kynsinauhoihin ja sormenpäihin. Kädet huuhdotaan vedellä ja kuivataan kertakäyttöpyyhkeellä. Pesu kestää noin 20 sekuntia ja poistuttaessa pesutapahtumasta, käytetään hyväksi käsipaperia ovenkahvoissa uudelleen kontaminoitumisen estämiseksi. Tehon parantamiseksi voidaan käyttää myös etanoli pohjaista käsihuhdetta. Hyvin toteutetulla käsienpesulla päästään eroon valtaosasta patogeeneja. Täyttä varmuutta sillä ei kuitenkaan saavuteta. (Eskola ym. 1998, 792)

3 Antimikrobiset pinnoitusmenetelmät

Tämän luvun alkupuolella käsitellään antimikrobisten menetelmien teoriaa ja tuodaan esiin siihen soveltuvia materiaalien pinnoitusmenetelmiä. Tämän jälkeen tuodaan esiin keskeiset pinnoitusmenetelmän koviille ja pehmeille pinnoille. Luvun loppupuolella tuodaan esiin eri antimikrobisten materiaalien ja aineiden ominaisuuksia ja niiden käyttösovellutuksia. Pinnoitusmenetelmien ja materiaalien käsittelyn yhteydessä arvioidaan myös niiden tehoa patogeenejä vastaan.

Toimintaympäristössämme olemme tekemisissä eri materiaaleista valmistettujen pintojen kanssa käytännössä joka hetki. Nämä pinnat voivat olla ominaisuuksiltaan ja valmistusmateriaaleiltaan mitä moninaisimpia. Pintojen huokoisuus, sähkönjohtavuus, magneettisuus ja palonkestävyys ovat muun muassa niitä ominaisuuksia, joiden perusteella ne valikoituvat eri käyttötarkoituksiin. Edellä mainitun kaltaiset materiaalit saattavat ominaisuuksiensa puolesta omata myös antimikrobisia ominaisuuksia. Antimikrobinen tarkoittaa yleisesti ottaen mikrobeille haitallista ainetta tai menetelmää, joka estää niiden kasvun tai tapaa ne. (Tieteen termipankki, 2019)

Kovien pintojen puhdistaminen liasta on usein helpompaa kuin pehmeiden ja huokoisten pintojen osalta. Tämä johtuu siitä, että kovassa pinnassa voidaan käyttää puhdistukseen soveltuvia nesteitä ja pyyhintävälineitä pinnan vaurioitumatta. Pehmeässä pinnassa vastaavaa menetelmää käytettäessä lika todennäköisesti leviää ja pinta jää märäksi. Kiiltävä ruostumatosta teräksestä valmistettu pöytätaaso näyttää usein puhtaalta. Näihin pintoihin kuitenkin tarttuu likaa ja epäpuhtauksia vastaavalla tavalla, kuin pehmeisiin pintoihin. Kaikissa ympäristössämme olevissa pinnoissa on myös mikrobeja. Mikrobeja voidaan poistaa pinnoista tehokkaalla siivouksella ja sopivilla puhdistusaineilla. Tämä kuitenkin edellyttää, että erityisesti kovalla käytöllä olevilla pinnoilla puhdistustoimia tulisi tehdä päivittäin, jotta pinnat pysyisivät patogeeneistä puhtaina. Pintoja voidaan myös pinnoittaa eri menetelmillä, jossa on materiaalissa mukana jokin antimikrobinen ominaisuus.

Pinnoitusmenetelmällä tarkoitetaan teknistä menetelmää, jolla jokin käyttökohteessa oleva ulkopinta on päällystetty joko kovalla kiinteällä tai pehmeällä huokoisella pinnalla. Näitä voivat olla esimerkiksi maali, lakka, elektrolyysillä toteutettu metallikalvo tai kangaskuitu.

Antimikrobisia ominaisuuksia on tiedetty liittyvän muutamiin metalleihin jo vuosisatojen ajan. Näitä metalleja ovat erityisesti kupari ja messinki. Hopealla on myös vastaavia ominaisuuksia ja sitä on otettu laajamittaisesti käyttöön materiaalien tuotantomenetelmien kehittyessä viimeisen vuosikymmenen aikana. Titaania pidetään yleensä erittäin vahvana metallina ja se on ollut menneinä vuosikymmeninä hankalasti työstettävissä. Työstömenetelmien kehittymisen myötä on havaittu, että titaanioksidilla on mikrobien torjunnan kannalta suotuisia ominaisuuksia. Metalleja voidaan käyttää joko siitä suoraan valmistettuina tuotteina tai muita metalleja voidaan pinnoittaa toisella metallilla. Tätä menetelmää kutsutaan elektrolyysiksi.

Elektrolyysissä pinnoitettava metallikappale puhdistetaan ja tarvittaessa karhennetaan joko hiomalla tai puhaltamalla jollain sopivalla materiaalilla paineilman avustuksella. Elektrolyysissä on kysymys tasajännitteellä elektrolyyttiliuoksessa tapahtuvasta hapettumisesta ja pelkistymisestä. Pinnoitettavasta metallista muodostetaan katodi, johon kytketään jännite. Kappale lasketaan nesteeseen, jossa on myös anodi, eli materiaali jolla pinnoitettava kappale halutaan pinnoittaa. Anodiin kytketään + johdin. Kappaleisiin kytketään jännite, jolloin pinnoitusaine kiinnittyy kalvoksi pinnoitettavan kappaleen pintaan. Saavutettavan kalvon paksuus riippuu käytettävästä ajasta, virrasta ja jännitteestä. Riippuen halutusta pinnoituksesta käytettävä neste voi olla esimerkiksi jokin happo tai tislattu vesi. (Santasalo, 2019, 2))

Käytettäessä kuparia kappaleiden pinnoitukseen elektrolyysimenetelmällä, on lopputuote ollut perinteisesti kuparin normaali ruskehtava sävy. Menetelmien kehittymisen myötä voidaan nykyään säätää lopputuotteen sävyä kuitenkin hyvin laajasti. Tuote voi säilyltään muistuttaa kellertävää messinkiä tai kirkasta kromia, vaikka se onkin kuparia. Tuotteen pinnoitusmetallipitoisuus täytyy kuitenkin olla yli 60% antimikrobista metalliainesta, jotta sillä olisi haluttu

teho mikrobeja vastaan. Paras teho saadaan aikaiseksi pinnoitteilla, jossa esimerkiksi kuparia on yli 90%:ia. (Abloy 2019)

Kovia pintoja on voitu jo vuosisatojen ajan maalata ja lakata halutun vaikutuksen aikaan saamiseksi. Maalien väri muodostetaan pigmentistä, joka on usein jauheena tai pastana. Pigmentti on aikanaan tehty luonnosta löytyvistä ainesosista ja joskus väriaineet ovat saattaneet olla myös ihmiselle haitallisia. 1800-luvun puolella erityisesti Iso-Britanniassa oli tumman vihreä suosittu värisävy kodeissa. Tämä sävy syntyi sekoittamalla eri väriaineita keskenään. Yksi sävytykseen käytettävistä aineista oli syanidi. Se on paremmin tunnettu erittäin voimakkaana myrkkynä, jonka nauttiminen johtaa lähes varmaan hengen menetykseen. Kyseisen vihreän sävyn käyttö aikanaan johtaa vielä nykyäänkin terveysongelmiin. Tämä johtuu siitä, että syanidia haihtuu maalatuista pinnoista ja myös korjaustoimien aikana sitä pääsee huoneilmaan erityisesti pintoja hiottaessa. Näissä pinnoissa ei kuitenkaan juurikaan esiinny mikrobeja, koska syanidi on myös myrkyllistä niille. (Työterveyslaitos 2019)

Maalit ja lakat koostuvat pääsääntöisesti neljästä osasta. Näitä ovat sideaineet ja täyteaineet, pigmentit, liuottimet ja ohenteet sekä apuaineet. Sideaineiden tarkoituksena on pitää pinnoite koossa ja tartuttaa se alustaansa. Pigmentit antavat lopputuotteelle halutun sävyn tai ulkonäön. Pigmentti myös vaikuttaa pinnoitteen ulkoisiin ominaisuuksiin, kuten säänkestävyyteen tai kiiltoon. Täyteaineilla saadaan maaliin tai lakkaan haluttuja ominaisuuksia se käsiteltävyyden suhteen. Tärkeimpänä näistä on viskositeetti ja maalikalvon kovuus. Liuottimilla ja ohenteilla säädellään maalien ja lakkojen sideaineiden olomuotoa. Sideaineet ovat normaalisti levitystapahtumassa nesteinä, jonka jälkeen liuottimet haihdutetaan pois. Tässä yhteydessä maalit ja lakat saavat lopulliset ominaisuutensa. (Edu 2109)

Maalien ja lakkojen kovettuminen voi tapahtua kolmella eri menetelmällä. Fysikaalisessa kuivauksessa liuottimet poistuvat haihtumisen kautta. Tässä yhteydessä sideaineiden molekyylit lähestyvät toisiaan ja ne kiinnittyvät toisiinsa tapahtumassa syntyvien heikkojen voimien avulla. Toinen kuivumistapahtuma liittyy hapettumiseen. Siinä sideaineiden molekyylit reagoivat hapen lisäksi myös toistensa kanssa. Tällaisia maaleja ja lakkoja kutsutaan kaksikomponenttisiksi tuotteiksi. Nimitys johtuu siitä, että varsinaiseen tuotteeseen lisätään kovettajaa, joka aloittaa kemiallisen prosessin. Kolmantena tapana tuote voidaan tartuttaa pintaan sähköisen potentiaalieron kautta esimerkiksi jauheena. Tämän jälkeen tuote käytetään lämmönlähteen läheltä, jolloin jauhe muuttuu nesteeksi. Lämpö saa aikaiseksi myös nopean kuivumisprosessin. Tätä menetelmää kutsutaan jauhemaalaukseksi. Antimikrobisia ominaisuuksia saadaan maaleihin ja lakkoihin mukaan lisäämällä niihin esimerkiksi hopeaa sopivassa muodossa ja suhteessa muihin komponentteihin nähden. (Edu 2019)

Antimikrobisia ominaisuuksia sisältäviä materiaaleja voidaan valmistaa nykyään useilla menetelmillä. Oulun yliopistossa on tutkittu selluloosaan liitettävien antimikrobisten

ominaisuuksien mahdollisuuksia. Valtion tieteellisellä tutkimuskeskuksella VTT:llä on mahdollisuus räätälöidä muoveihin niinkään antimikrobisia ominaisuuksia asiakkaiden tilauksen mukaan. Valmiita tuotteita löytyy muun muassa saniteettitiloihin. Nämä saniteettituotteet on valmistettu antimikrobisesta komposiitista. Suomeen on muodostunut useiden yritysten HygTech Alliance, joka tarjoaa valmiita antimikrobisia ratkaisuja julkistilaratkaisuista koteihin. (Rakennustieto, 2019)

3.1 Kupari ja muut metallit antimikrobisessa käytössä

Ympäristössämme on useita metallipintoja, joita käsittelemme päivittäin. Näitä ovat muun muassa ovien vetimet, lukot, vesihanat ja kulkuteillä sijaitsevat tukikaiteet. Julkistilarakennuksissa ja vahoissa taloissa ovien kahvat ovat usein messinkiä tai kuparia. Tämä voi johtua rakennusten suunnitteluun liittyvistä esteettisistä näkökohdista. On myös mahdollista, että tarkoituksena on ollut luoda antimikrobisia kosketuspintoja.

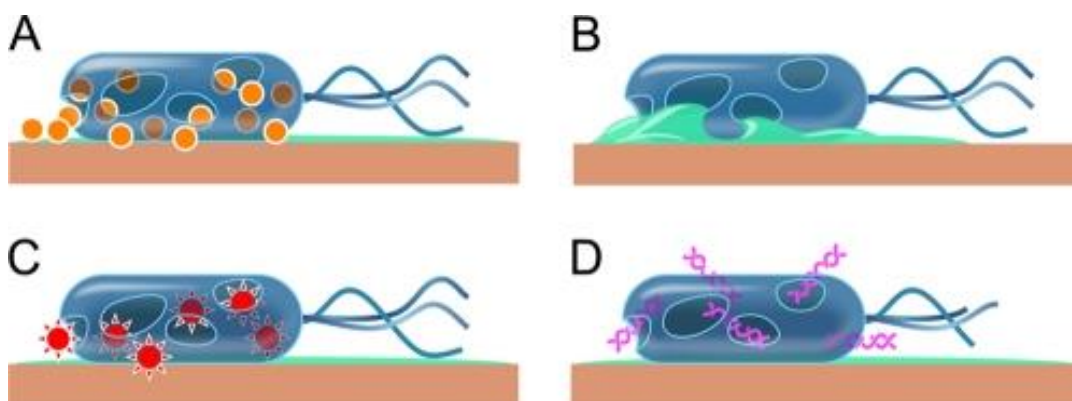
Kaikilla metalleilla ei ole antimikrobisia vaikutuksia. Näemme usein ympärillämme ruostumatonta teräksestä valmistettuja pintoja tai kromilla pinnattuja metalliesineitä. Näillä pinnoilla mikrobit kuitenkin viihtyvät varsin hyvin. Käytetyimmät antimikrobiset metallit ovat kupari, messinki ja hopea. Myös titaanilla on todettu olevan antimikrobisia ominaisuuksia. Kupari on esiintynyt eri muodoissaan ihmiskunnassa jo vuosituhansien ajan. Kuparia ja sen johdannaisia on kehitetty ihmiskunnan käytössä jo pronssikaudella noin 5000 vuotta ennen ajanlaskumme alkua. Ensimmäisiä mainintoja kuparin lääketieteellisistä sovellutuksista on löytynyt egyptiläisistä niin sanotusta Smithin papyruksesta, joka on kirjoitettu noin 2600 - 2200 vuotta ennen ajanlaskumme alkua. Siinä mainitaan, että kuparilla on suotuisia vaikutuksia rintavammojen hoidossa ja juomaveden steriloinnissa. Myöhemmässä vaiheessa kreikkalaisten, roomalaisten ja atsteekkien tiedetään käyttäneen kuparia useiden tautien hoidossa. (Grass, Rensing & Solioz 2011, 1541)

1800-luvun puolella kuparin lääketieteelliset sovellutukset kokivat uuden tulemisen, kun Pariisissa huomattiin kupariryöläisten olevan immuuneja koleralle. Tämän jälkeen huomattiin kuparin toimivan tehokkaasti useiden muidenkin tautien torjunnassa. 1800-luvun lopulla ja 1900-luvun alkupuolella kuparia käytettiin muun muassa tuberkuloosin ja syfiliksen hoidossa. Kuparin antimikrobinen esiinmarssi kuitenkin päättyi vuonna 1932, kun kaupallisia antibiootteja tuli kaikkien saataville. (Grass ym. 2011, 1542)

Antibioottien laajamittainen käyttö sairauksien hoidossa on aiheuttanut myös haittatekijöitä. Osa mikrobeista on tullut ajan saatossa antibioteille vastustuskykyisiksi eli resistenteiksi. Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi sairaalabakteerina tunnettu MRSA ei taltu antibioottien vaikutuksesta. 1980-luvulla tämä oli jo muodostunut yhä laajenevaksi ongelmaksi. Vuonna 1983 raportoitiin messingistä ja pronssista valmistettujen ovenripojen rajoittaneen mikrobien leviämistä sairaaloissa. (Grass ym. 2011, 1542) Tätä voidaankin pitää uutena alkusysäyksenä

antimikrobisten pintamateriaalien tutkimukselle, kehittämiselle ja kaupallisten sovellutusten esiinmarssille.

Kuparin antimikrobinen vaikutus mikrobeihin perustuu siihen, että mikrobin täytyy olla kosketuksissa kupariin tai kupariyhdisteisiin. Kuparin vaikutusmekanismista mikrobeihin on tehty useita tutkimuksia ja on löydetty muutamia eri syitä sille, miksi mikrobit kuolevat kosketuksessa kupariin. Espirento Santon tutkimuksessa havaittiin, että kupari vaikuttaa mikrobien soluissa olevaan DNA:n tuhoisasti. Vaurioituneen DNA:n omaava solu ei kykene jakautumaan ja se kuolee pois lyhyessä aikajänteessä. Vaikutus mikrobeihin alkaa niiden altistuessa kuparille jo muutamissa minuuteissa ja useimmat mikrobit tuhoutuvat täysin kahdessa tunnissa. Kuparin vaikutusta bakteerin tuhoutumisessa voidaan jakaa neljään vaiheeseen. Vaiheet ovat esitetty kuvassa 1. Vaiheessa A Kuparin pinnalta siirtyy kupari-ioneita, jotka läpäisevät bakteerin solukalvon. Vaiheessa B bakteerissa ja sen ympäristössä olevat kupari-ionit toteuttavat hapetus-pelkistymisreaktioita, jotka tuhoavat solukalvoa. Vaiheessa C bakteerin DNA vaurioituu tai tuhoutuu ja vaiheessa D lisääntymiskyvyttömässä tilassa oleva bakteeri kuihtuu pois. (Grass ym. 2011, 1544)



Kuva 1: Kuparin vaikutus bakteeriin (Grass ym. 2011, 1544)

Kuparin vaikutusta mikrobeihin on testattu laboratorio-olosuhteissa. Vertailukelpoisten tulosten saamiseksi on useita testausmetodeja. Liitteessä 2. esitettyjen mikrobien tuhoutumisaikojen testaus on suoritettu niin sanotulla märkätestillä, jossa mikrobit on levitetty testattavalle pinnalle liuoksena. Testitulokset saattavat poiketa tällöin kuivalle pinnalle asetettujen mikrobien tuhoutumisajoista. (Grass ym. 2011, 1544)

Testitulosten perusteella voidaan osoittaa, että mikrobien lisääntymiskyky heikkenee jo minuuteissa niiden jouduttua kuparipinnalle. Ajan kuluessa solut muuttuvat niin sanottuun vegetatiiviseen tilaan. Kyseisessä tilassa mikrobi ei enää jakaannu ja sen toiminnot ovat vähäisiä tai olemattomia. Tutkimusten perusteella yli 99% mikrobeista tuhoutuu kuparipinnalla kolmen tunnin kuluessa. (Grass ym. 2011, 1544)

Kuparin tehokas vaikutus mikrobeihin riippuu myös vallitsevista olosuhteista. Kupari tappaa mikrobeja tehokkaasti, jos kuparipitoisuus on suuri, vallitseva lämpötila on riittävän korkea ja kuparin pinta on puhdas. Vaikutus mikrobeihin on hitaampi, jos kuparikerros on ohut, pinta on voimakkaasti hapettunut tai lämpötila on erittäin matala. (Grass ym. 2011, 1543)

Kuparin tehosta mikrobeja vastaan on tehty useita tutkimuksia maailmalla ja joitakin myös Suomessa. Selly Oakin sairaalassa Birminghamissa Englannissa toteutettiin 10 viikkoinen testijakso, jossa kaksi identtistä osastoa osallistui tutkimukseen. Sairaalassa esiintyi ennen tutkimuksen aloittamista sairaalabakteerina tunnettua MRSA:ta, E.Colia, Methicillin -Sensitive S.aureus MSSA:ta ja muutamia muitakin sairaalamaailmassa tyypillisesti löytyviä patogeenejä. Kuparitulassa oli wc-istuimet komposiittimateriaalia, jossa oli kuparia 70% ja oven vetimet ja työntöpinnat 60% kuparia. Normaalityössä pinnat olivat muovia, terästä ja kromia. Viiden viikon jälkeen kuparipintaissa tiloissa esiintyi kyseisiä mikrobeja 90-100% vähemmän. E. colia ei esiintynyt enää ollenkaan kuparipintaissa tiloissa. Vaikeasti hävitettävien mikrobeja, kuten MRSA:ta esiintyi kuitenkin edelleen tiloissa. Tämä johtuu siitä, että tutkimuskohteessa oli kuitenkin pintoja, jotka eivät reagoineet mikrobeihin kuparin kaltaisesti. Näitä olivat esimerkiksi sänkyjen putket, huonekalut ja petivaatteet. (Grass ym. 2011, 1546)

Länsi-Suomen Diakonialaitoksen Sotainvalidien sairaskoti ja kuntoutuslaitoksessa toteutettiin joulukuun 2009 ja elokuun 2010 välillä tutkimus, jossa selvitettiin kuparipintojen vaikutusta mikrobien leviämiseen. Tutkimuksessa olemassa olevia pintoja vaihdettiin osittain kuparisiksi. Tämä tarkoitti sitä, että esimerkiksi saman oven toinen kahva oli kromipintainen ja toinen kuparipintainen. Vastaavalla tavalla vaihdettiin pintoja tarjoilukärryissä, tukikahvoissa, ovien työntöpinnoissa, hissien tukitangoissa ja automaattisissa ovien painikkeissa. (Laitinen, Voutilainen & Santala 2010)

Testin mikrobiologiset näytteet otettiin kerran viikossa kuutena viikkona iltapäivisin. Näytteet analysoitiin Helsingin yliopiston mikrobiologian laboratoriossa. Testituloksissa havaittiin, että normaalit ruostumattomasta teräksestä, muovista ja kromista valmistetuilla pinnoilla oli jonkin verran tai jopa runsaasti E.coli ja S. aureus kasvustoa. Kuparilla pinnoitetuilla kohteilla taas ei löytynyt ollenkaan mikrobeja yhtä poikkeusta lukuun ottamatta. Tämä poikkeava kohde oli fysioterapiaosaston lattiakaivon ritilä, joka oli pinnoitettu kuparilla. Kyseisen ritilän mikrobipitoisuus johtuu todennäköisesti suihkuhuoneen korkeasta käyttöasteesta. Näin ollen mikrobit eivät olleet vielä tuhoutuneet näytteenottohetkellä. (Laitinen ym. 2010)

On saatu myös viitteitä siitä, että jotkin mikrobit kestävät kuparin vaikutusta melko hyvin. Onkin mahdollista, että tulevaisuudessa löytyy patogeenejä, jotka ovat kuparille vaikutuksille immuuneja. (Grass ym. 2011, 1548)

Messingillä on vastaavia antimikrobisia ominaisuuksia, kuin kuparillakin. Messinki on seosmetalli, joka valmistetaan seostamalla kuparia ja sinkkiä. Messingin ominaisuuksia voidaan

räätälöidä tarpeen mukaan lisäämällä siihen esimerkiksi rautaa tai alumiinia, jolloin sen kuluksen kestävyys paranee. Myös arseenia tai lyijyä lisäämällä saadaan metallin työstettävyyttä ja korroosionkestävyyttä parannettua. Metallin väri riippuu myös siinä käytetyistä lisäaineista. (Copperalliance 2019)

Yhdysvaltalainen Revere Copper Products Inc niminen yhtiö on hakenut maaliskuussa 2011 sertifiointia valmistamilleen ja edustamilleen messinkituotteille Yhdysvaltojen terveydensuojeluvirastolta EPA:lta (United States Environmental Protection Agency) Sertifikaatti myönnettiin useille kymmenille tuotteille, joiden kuparipitoisuus oli 73% ja sinkkipitoisuus oli 27%. EPA:n sertifiointin mukaan nämä tuotteet tappavat kontaktissa bakteereista 99,9% kahdessa tunnissa. Sertifiointissa on kuitenkin lisävaatimuksena, että pintoja ei saa maalata, lakata, öljytä tai muuten peittää. Messingin vaikutus mikrobeihin perustuu kuparin riittävään läsnäoloon metalliseoksessa. Tehokkaana vaikutuksena ja raja-arvona voidaan pitää EPA:n sertifiointia 73%:n pitoisuutta kuparia seoksessa. (EPA 2011)

Hopeaa on käytetty erityisesti koriste ja käyttöesineisiin jo useiden vuosikymmenten ajan. Hopealla on tiedetty olevan myös antimikrobisia vaikutuksia ja sitä on käytetty esimerkiksi juomastioiden valmistusmateriaalina jo parin vuosikymmenen ajan. Hopean vaikutusmekanismi on kuitenkin jonkin verran kuparimetalleista poikkeava. Hopean antimikrobinen vaikutus perustuu siitä irtoaviin hopeaioneihin, jotka hapettuessaan vaikuttavat muun muassa bakteereihin ja homesieniin tehokkaasti. Tutkimusten perusteella on havaittu, että hopeaionit vaikuttavat solun solukalvoon sitä heikentävästi. Solun sisällä hopeaionit vaikuttavat solun energiantuotantoon ja kolmantena kohteena ne vaikuttavat solun entsyymeihin ja proteiineihin tuhoten solun DNA:n. Hopean antimikrobinen vaikutus riippuu kuitenkin voimakkaasti ympäristön kosteudesta. Kuivassa ympäristössä vaikutus on vähäinen. Kosteassa ympäristössä hopean antimikrobisuus toimii hyvin. (Lansdown 2010, 77)

Hopean antimikrobisia käyttösovellutuksia on erityisesti vaatetus- ja huonekaluteollisuuden puolella. Vaatetuksen osalta löytyy nykyään erityisesti alusvaatteita ja urheiluvarusteita. Näissä tavoitellaan pääsääntöisesti hygieenisyyttä lisäämällä hopeaa kuituina kangasmateriaaleihin tai pinnoittamalla kuituja hopeapartikkeleita sisältävillä yhdisteillä. Vaatteissa saadaan hyödynnettyä elimistön haihduttamaa kosteutta aktivoimaan hopeaionien vaikutusta mikrobeihin. Tämä saattaa vaikuttaa esimerkiksi urheiluvaatteissa hienhajun vähentymisenä niiden käytön yhteydessä. (Lansdown 2010, 159)

Huonekaluteollisuudessa hopeaa on lisätty pinnoitusmateriaaleihin. Kangaskuituihin on lisätty hopeaa vastaavalla tavalla kuin vaatetusmateriaalienkin puolella. Kovissa pintoissa hopea on mukana nanokoossa olevana hopeana tai hopeafosfaattilasina maalien ja lakkojen seassa. Pinnoitettaessa kohteita maaleilla ja lakoilla hopean antimikrobiset ominaisuudet siirtyvät kyseisiin tuotteisiin. (Isku 2019)

Hopeaa käytetään myös haavanhoitotuotteissa. Haavan hoitoon on valmistettu erityisiä sidosmateriaaleja, joissa haavan kanssa yhteydessä olevaan pintamateriaaliin on lisätty hopeaa. On havaittu, että hopealla on haavan paranemiseen ja hoidon nopeutumiseen myönteisiä vaikutuksia. Nykyään esimerkiksi ensisiteissä on usein hopeaa mukana ja näin pakkauksista on nähtävissä antimikrobisista vaikutuksista mainintoja. (Juutilainen & Hietanen 2018, 155)

Hopean antimikrobiset vaikutukset ovat voimakkaasti riippuvaisia olosuhteista. Hopeaa käytetään pääsääntöisesti jonkun toisen tuotteen mukana tai pinnoitteena. Näinollen on mahdollista, että se kuluu pois tai muuten sen teho vähenee tuotteen eliniän kasvaessa. Hopea ei vaikuta kuitenkaan kaikkiin mikrobeihin yhtä tehokkaasti, kuin kupari. On ollut myös viitteitä siitä, että tietyt mikrobit saattaisivat muodostua resistenteiksi hopealle. Ensimmäisen kerran on ilmoitettu hopealle kehittyneestä resistenssistä vuonna 1998 (Percival, Bowler & Russell, 2005, 60).

3.2 Nano-materiaalit antimikrobisessa käytössä

Nanoteknologia on hyvin laaja-alainen teknologian osa-alue. Se vaikuttaa moniin jokapäiväisessä elämässämme käyttämiin asioihin tietämättämme. Nanoteknologiaa käytetään muun muassa materiaaleissa, elektroniikassa, kosmetiikassa, veden puhdistuksessa ja pinnoitusmateriaaleissa (Shatkin 2013,5). Erityisesti viimeisen kymmenen vuoden aikana on tuotu esiin materiaaleja ja kulutushyödykkeitä, jossa on sanottu olevan mukana nanopinnoite tai nanohiukkasiin perustuvia ominaisuuksia. Hygieniaturvallisuuden osalta on tuotu markkinoille nanopartikkeleihin perustuvia ennennäkemättömiä ominaisuuksia omaavia tuotteita. Pääosa näistä tuotteista on luonteeltaan sellaisia materiaaleja, johon tarttuu huonosti tai ei ollenkaan ulkopuolisia aineita. Tällaisia materiaaleja markkinoidaan muun muassa itsepuhdistuvina käyttöpintoina.

Nanomateriaalit voivat olla muodoltaan hyvin monimuotoisia. Varsinaiset nano-ominaisuudet muodostuvat pienhiukkasista, jota kutsutaan myös Nano-partikkeleiksi. Nano-termi tarkoittaa mittasuureta, joka on pituusmittayksikkönä yksi miljardisosaa metrissä eli 10^{-9} (Bipm 2019). Materiaalitekniikassa nanomateriaalit katsotaan muodostuvan sellaisista partikkeleista, joka ovat kooltaan 1-100nm:n välillä. (Shatkin 2013, 7)

Nanomateriaaleihin liittyvät käytännön sovellutukset näkivät päivänvalon 90-luvun lopulla. Vuonna 1996 kemian Nobel-palkinto jaettiin kolmelle henkilölle nimeltään Richard E. Smalley, Robert Cull Jr. ja Sir Harold Kroto. He olivat kehittäneet 60:stä hiiliatomista muodostuneen niin sanotun C₆₀ nimellä tunnetun molekyylin, joka oli kooltaan vain 1-2 nm luokkaa. Muodoltaan molekyyli muistutti jalkapalloa. Tämän jälkeen C₆₀ molekyyli sai useita käyttösovellutuksia, joista voidaan mainita vaikkapa Litium Ioni-paristot ja ultrajohtavat materiaalit. Ensimmäiset kaupalliset sovellutukset tulivat markkinoille vuonna 2004. (Shatkin 2013, 18)

Ensimmäinen nano-teknologiaan perustuva keksintö patentoitiin kuitenkin jo vuonna 1990. Kysymyksessä oli hiilestä muodostuva nanoputki. Vuonna 2012 valmiita nanoteknologiaan perustuvia tuotteita oli tarjolla maailman laajuisesti jo noin 1200 tuotetta. Patentteja oli kuitenkin haettu samaan aikaan jo yli 32000 innovaatioon. (Shatkin 2013, 7)

Nanoteknologiassa saavutetaan enemmän pinta-alaa vähemmällä massalla isompiin partikkeleihin verrattuna. Täällä on useita vaikutuksia lopputuotteissa. Tuotteiden massaa voidaan keventää, niistä saadaan myös vahvempia pienemmällä materiaalivahvuuksilla. Nanoteknologian käyttö myös muuttaa joidenkin materiaalien fyysisiä ja kemikaalisia ominaisuuksia. Tästä esimerkkinä on Titaniumdioksidi. Sitä käytetään yleensä normaalina kemikaalina ja valkoisena pigmenttinä maaleissa ja hammastahnoissa. Kun partikkeleita pienennetään nanoskaalaan niin käyttökohteina ovat esimerkiksi aurinkoöljyt ja muut ultraviolettisäteilyltä suojaavat kalvot. Myös kullan ominaisuudet muuttuvat partikkelikoon muuttuessa nanoskaalaan. Väri voi muuttua punaisen ja oranssin välille. Kullan kiiltoaste saadaan muuttumaan myös vähemmän kiiltäväksi ja sen sähkönjohtavuus muuttuu puolijohtavaksi. (Shatkin 2013,8)

Nanoteknologian käyttäminen hygieniatekniikassa perustuu mikrobien kiinnittymisen estämiseen nanopinnoitteilla käsiteltyihin pintoihin. Nano-materiaaleista muodostuvat molekyyllirakenteet ovat parhaimmillaan niin tasaisia, että edes vesi ei tartu siihen vaan se liukuu helminä pinnalta pois. Vertailtaessa tunnettujen asioiden ja mikrobien kokoa nanopartikkeleihin tästä saa hyvän kuvan. Neulanpää on leveydeltään noin miljoona nanometriä (nm). Hius on leveydeltään keskimäärin 100000nm. Bakteerit ovat kooltaan pääsääntöisesti 1000 - 5000 nm välillä. Virukset ovat taas kooltaan bakteereita huomattavasti pienempiä ja ne ovat kooltaan noin 100 - 500 nm. Elämän perustana toimiva perimän sisältämä DNA on kooltaan 1-2 nm. Nano-teknologia toimii siis samassa kokoluokassa, kuin oma DNA:mme. On kuitenkin huomattava, että samassa koko luokassa on muitakin partikkeleita. Ne eivät kuitenkaan liity nanoteknologiaan. Näitä ovat muun muassa tietyt proteiinit ja sokerit, sekä ilmansaasteiden pienhiukaset. (Shatkin 2013, 7)

Monilla nanopartikkeleilla on tutkimusten mukaan antimikrobisia vaikutuksia. Käytettäessä mikrobeja tappavia nanopartikkeleita sopivissa kohteissa, estetään patogeenien välittyminen ihmiseen eteenpäin. On kuitenkin mahdollista, että jotkut mikrobit voivat tulla resistentteiksi antimikrobisille nanomateriaaleilla esimerkiksi pesuaineissa. Antimikrobisia vaikutuksia on todettu ainakin nanokokoisella hopealla, Titaniumdioksidilla ($n\text{TiO}_2$), Hiilinanoputkilla, Sinkkioksidilla, Sinkkisulfidilla, Piioksidilla (SiO_2) ja Kuparilla. (Shatkin 2013,94)

Antimikrobisia pintoja voidaan toteuttaa käyttökohteissa valmistamalla tuotteita suoraan antimikrobisista materiaaleista. On myös mahdollista tulostaa tuotteita esimerkiksi 3-D tulostuksella, jossa viimein teknologia pystyy yhdistämään metallurgisesti eri materiaaleja, joita ei ole aikaisemmin voitu toteuttaa. Tämä tapahtuu esimerkiksi mustesuihkutulostusta

muistuttavalla järjestelmällä, jossa esimerkiksi kuparia tai titaania on nanopartikkeleina nesteen joukossa. Neste haihtuu tulostapahtumassa ja metalliset nanopartikkelit liittyvät toisiinsa ja muodostavat pysyviä sidoksia. Tämä mahdollistaa hyvin monimuotoisten kappaleiden tuottamisen, jossa on antimikrobisia ominaisuuksia. (Rautio 2017)

Antimikrobisia nanopinnoitteita voidaan myös ruiskuttaa olemassa oleville pinnoille. Kyseisessä tapauksessa pohja puhdistetaan ja kuivataan huolellisesti. Tämän jälkeen pintaan ruiskutetaan nestemäinen kalvo, joka kuivuessaan muodostaa antimikrobisen pinna. Mainittu pinta on helppo pitää puhtaana ja se tuhoaa mikrobeja. Näissä pinnoitteissa vaikuttavana aineena on usein miten Piioksidi (SiO_2) tai Titaniumoksidi (nTiO_2). Kyseisten pinnoitteiden tehoa voidaan lisätä heijastamalla sille Ultraviolettivaloa (UV). mainitut aineet ovat nanokoossa herkkiä UV-valolle. Se saa pinnat hehkumaan tavalla, joka on mikrobeille tuhoisa. (Nanoksi 2019)

Ruiskutettavien nanopinnoitteiden lämmönkestävyys on $-150 - +300^\circ\text{C}$ ja ne kestävät pesuaineita, joiden PH on 2,0 - 12. Mekaanista hankausta pinnoite kestää esimerkiksi mikrokuituliinalla tuhansia kertoja. Karkeaa puhdistusvälinettä, kuten niin sanottua karhunkieltä pinnoite ei kestä kuin joitakin kymmeniä kertoja maksimissaan. (Nanoksi 2019)

Nanomateriaaleja käytetään antimikrobisten ominaisuuksiensa vuoksi useissa käyttökohteissa, Niillä pinnataan patogeeneille alttiita paikkoja kotona, yritysmaailmassa, kuin julkivihollinonkin tiloissa. Pintojen lisäksi nanomateriaaleja käytetään esimerkiksi vaatteiden kuiduissa, jolla saadaan aikaan urheiluvaatteissa vettähylyviä pintoja, mikrobeja vähentäviä tai tappavia sisävuoria ja niillä estetään vaatteiden tuoksuminen hielä. Ruiskutettavilla nanopinnoitteilla saadaan aikaan esimerkiksi suurtalouskeittiöissä pintoja, joihin mikrobien kiinnittyminen on hyvin haastavaa tai jopa mahdotonta. (Shatkin 2013, 7-10; Nanoksi 2019)

Nanoteknologiassa käytettyjen molekyylien koko ja niiden valmistusmateriaali antaa aiheen kysyä, millaisia riskejä nanoteknologia voi aiheuttaa meille ja ympäristöllemme? Asiaan on löydettävissä monia näkökulmia. Normaalien riskianalyysiprosessin kautta on tunnistettavissa useita riskejä riippuen toimijasta. Teollisuudelle riskit liittyvät valmistusprosessiin ja myöhemmin maine- ja vastuuriskeihin. Valmistuksessa molekyylit saattavat aiheuttaa terveysriskejä valmistuksessa mukana olevalle henkilöstölle. Partikkelikoon ollessa nanometri kokoluokkaa ne kulkeutuvat mahdollisesti ihon läpi elimistöön ja ilman mukana hengitysteihin. Nanomenetelmien käyttö vaatii siis huomattavan tehokkaita suojausjärjestelyitä ja niiden valvontaa. Maine- ja vastuuriskit saattavat realisoitua ympäristövahingon sattuessa tai käyttöhenkilöstön sairastuessa. (Shatkin, J.2013,33)

Nanoteknologiasta puhuttaessa ympäristöriskit on asia, jota ei voi jättää huomiotta. Nanoteknologiaa käytetään nykyään niin monilla eri aloilla, että nämä molekyylitason partikkelit päätyvät väistämättä ympäristöömme. Nanopartikkeleita liikkuu ilmassa pitkiäkin matkoja ja

niitä löytyy myös maaperästä. Veteen nanopartikkeleita päätyy esimerkiksi pesuprosesseissa ja jätteiden mukana sadeveden kuljettamana. Tämä aiheuttaa sen, että nanopartikkeleita eri materiaaleista päätyy väistämättä ruokaan ja juomaveteen. Joudumme siis jokainen riippumatta asuinpaikastamme nanopartikkeleiden kanssa tekemisiin ravintomme mukana päivittäin. (Shatkin 2013, 36)

Henkilöriskien osalta on mahdollista, että nanopartikkelit liittyvät mahdollisesti useiden tautien syntymekanismeihin. Tätä on tutkittu viime vuosina runsaasti, mutta luotettavan näytön saaminen on vaikeaa. Elimistössämme esiintyy luonnostaankin eri metalleja ja niiden johdannaisia. Näinollen syy-yhteyden löytäminen on haasteellista. On kuitenkin mahdollista, että käytettäessä esimerkiksi autovahaa, jossa on nano-ominaisuuksia niin osa partikkeleita päätyy elimistöömme mahdollisesti ihoihin kautta. Näihin riskeihin on kuitenkin pyritty puuttumaan tutkimuksen kautta. Nanomateriaalien tullessa markkinoille, sitä testataan useilla eri menetelmillä. Nämä tutkimukset toteutetaan yhdisteiden kemiallisten ja fyysisten ominaisuuksien selvittämiseksi. Testit toteutetaan ainakin ISO2012, OECD2010 ja MINChar2008 standardien mukaisesti. (Shatkin 2013,54)

Tutkimusten perusteella ihmisille eniten haittaa aiheuttaa nanopartikkelit, jotka päätyvät elimistöömme ruuan mukana tai hengitettynä. Pitoisuudet ja niiden vaikutukset ovat kuitenkin varsin yksilöllisiä. (Shatkin 2013,82)

3.3 Maalit ja lakat antimikrobisessa käytössä

Suomalainen lukkoja- ja lukitusheloja valmistava Abloy oy on luonut markkinoille Abloy Active tuoteperheen yhteistyössä Teknos Oy:n maalitehtaan kanssa. Kyseessä on ovien lukitusvälineiden pinnoitus Teknosin antimikrobisten maalien kanssa. Abloy on jo aikaisemmin tuottanut muun muassa kuparilla pinnoitettuja oven vetimiä ja lukkoja. Abloyn mukaan nämä Active pinnoitteet tuhoavat 99%:ia haitallisista bakteereista. mukaan lukien MRSA-sairaalabakteerin, salmonellan ja listerian. (Abloy 2019)

3.4 Kankaat ja kuidut antimikrobisessa käytössä

Huonekaluteollisuudessa käytetyissä verhoilukankaissa, kuten vaateusteollisuudenkin käyttämissä kankaissa antimikrobisuus muodostetaan pääosin hopean avulla. Tämä voi tapahtua lisäämällä kankaaseen valmistusvaiheessa hopeaa lankojen muodossa tai päällystämällä kuituja hopeajohdannaisilla. On myös mahdollista käyttää kankaisiin muodostuvaa sähköistä varausta, joka tuhoaa mikrobit. Tätä voidaan pitää aktiivisena vaikuttamisena, jota voidaan myös verrata siivoustoimiin. (Lansdown 2010, 159)

Hopealankojen käyttö kudotussa kankaassa ja lopputuotteen pinnalla riippuu halutusta lopputuotteesta. Se soveltuu hyvin paksumpiin verhoilukankaisiin, mutta huonommin ohuisiin

vaatetusmateriaaleihin. Kuitujen pinnoittamista hopealla on tutkittu useilla kuitutyypeillä. Näitä ovat muun muassa polyamidi, puuvilla, polyuretaani jne. (Lansdown 2010, 160)

3.5 Antimikrobisten materiaalien kestävyys

Metallista valmistetut pinnat kestävät hyvin käytön aiheuttamaa kulutusta. Antimikrobiseen käyttötarkoitukseen valmistettuja kupari, messinki, hopea tai titaanipintoja ei saa kuitenkaan pinnoittaa, vahata, lakata tai muuten peittää millään pysyvällä menetelmällä. Pintojen peittäminen estää tai merkittävästi heikentää antimikrobisen pinnan vaikutusta mikrobeihin. Pintoja voidaan puhdistaa normaaleilla yleispuhdistusaineilla, jolloin ne patinoituvat tasaisesti. Jos pintoja täytyy kiillottaa niin on kiillotusaineista jäävät suojavahat poistettava prosessin lopuksi. (Scandinavian Copper Development Association 2019)

Antimikrobisten maalien kestävyden osalta on suuri merkitys käyttöpaikalla ja käyttöasteella. Merivoimissa toteutettiin kesällä 2018 kestävyystesti antimikrobisella maalilla. Kyseinen Teknoksen valmistama Biora Clean maali oli tarkoitettu seinäpintoihin. Sitä päätettiin kuitenkin testata portaissa olevaan kaiteeseen sota-aluksella. Portaiden käyttöaste oli kova testiajankohtana. Portaissa kulki noin 30- 100 henkilöä tunnissa läpi vuorokauden. Käytännössä kaikkien henkilöiden oli myös otettava tukea kyseisistä kaiteista. Kaiteiden väriksi valittiin vaalean sininen väri, jotta mahdollinen lika erottuisi hyvin visuaalisesti. Kaiteita pyyhittiin kerran päivässä desinfektoivalla pesuaineella. Saatujen havaintojen mukaan kulutuspinna muuttui väriltään tummemmaksi kahdessa päivässä. Väri muuttui tumman harmaaksi kuudessa päivässä. Tämä johtui mikrobifloorasta ja pigmenteistä joka tuli käsien kosketuksesta. Kahdessa viikossa väri kului pois kosketuspinoilta kokonaan. Tämä johtui pitkälti siitä, että kyseinen maali ei ollut tarkoitettu esitetyn kaltaiseen kulutusmäärään. Kyseiseen kohteeseen olisi todennäköisesti pulverimaali ollut paremmin kulutusta kestävä vaihtoehto. (Merivoimat 2018)

Antimikrobisten kankaiden ja kuitujen osalta kestävyys käytössä riippuu niiden käyttöasteesta ja olosuhteista. Hopealla toteutettujen ominaisuuksien odotetaan heikkenevän ajan saatossa. Erityisesti pinnoitettujen kuitujen osalta hopea kuluu pesukertojen ja pesuaineiden vaikutuksesta. Lankoina käytetty hopea kestää pinnoitettuja kuituja pidempään. Niiden voidaan katsoa kestävänsä nykyään verhoilun käyttöänsä verran. (Lansdown 2010, 159)

3.6 Antimikrobisten pinnoitusmenetelmien käyttö puolustusvoimissa

Puolustusvoimissa antimikrobisia pinnoitusmenetelmiä on tietoisesti käytössä vähän. Julkistoissa on esimerkiksi ulko-oven vetimiä, jotka on valmistettu messingistä. Vanhemmissa merivoimien aluksissa on messinkisiä merenkulkulaitteiden runkoja ja viestivälineiden osia. Merenkulussa on perinteisesti kiinnitetty huomiota korroosionkestävyyteen ja näin ollen päädytty käyttämään messinkiä tai kuparia soveltuviissa paikoissa. Näissäkin materiaalin valinta on johonkin helposta työstettävyydestä ja korroosionkestävyydestä. Tämä valinta on kuitenkin

todennäköisesti enemmän seurausta esteettisestä valinnasta, kuin tietoisesta antimikrobisten materiaalien valinnasta. (Sovijärvi 2019)

Erityisesti kriisinhallintapalvelukseen on hankittu henkilöstölle vaatetusmateriaalia, joissa on antimikrobisia ominaisuuksia. Näitä ovat esimerkiksi aluspaidat, varsikengät, kenkien pohjalliset ja taistelusermit. Normaalisissa kotimaan palveluksissa näitä ei juurikaan esiinny. (Määttänen 2019; Sovijärvi 2019)

4 Palvelusturvallisuus puolustusvoimissa

Tässä luvussa käsitellään puolustusvoimissa annettuja sellaisia palvelusturvallisuuteen ja työsuojeluun liittyviä määräyksiä, jolla voidaan katsoa olevan merkitystä henkilöstön mikrobien altistuksen kannalta. Luvun alkupuolella käsitellään palvelusturvallisuuteen liittyvää normistoa ja niiden velvoittavuutta. Luvun lopussa tarkastellaan puolustusvoimien riskienhallinnan toimenpiteitä hygieniaturvallisuuden valossa.

Palvelusturvallisuuden voidaan katsoa kattavan kaikki sellaiset turvallisuuden osa-alueet, jotka liittyvät henkilöiden tekemisiin. Palvelusturvallisuuteen ei sisällytetä normaalisti esimerkiksi kohteiden vartiointiin liittyviä näkökohtia, vaikka niillä liittymäpintaa asiaan onkin. Palvelusturvallisuuden katsotaan pitävän sisällään englanninkielisen termin ”Safety” alle liittyvät toimenpiteet. Turvallisuus määritellään usein tunteeksi, jota henkilöt voivat kokea. Vastaajasta riippuen se kertoo niistä asioista, joita vastaaja pitää kullakin hetkellä tärkeinä turvallisuudesta puhuttaessa. (Puolustusvoimat 2016)

Palvelusturvallisuus kuuluu tällä hetkellä puolustusvoimissa hallinnollisesti Työ- ja palvelusturvallisuus toimialan alle. Sitä kutsutaan yleisesti ottaen TPT-toiminnaksi. Puolustusvoimissa on jo yli vuosikymmen ajan asetettu henkilöstöresursseja TPT- toiminnan kehittämiseksi. TPT toimintaa johtaa puolustusvoimien koulutuspäällikkö koulutusosaston kanssa yhteistoiminnassa. Koulutusosastolla vastuu kuuluu toimintakykysektorille, jossa sijaitsee työ- ja palvelusturvallisuusala. Puolustusvoimissa on vastaavalla tavalla jokaisessa joukko-osastossa oma TPT-upseeri, joka vastaa TPT toiminnan järjestelyistä yhdessä joukko-osaston komentajan kanssa. (Puolustusvoimat 2016)

TPT-toiminta valtakunnallisella tasolla vastaa palvelusturvallisuusmääräysten ajanmukaisuudesta, Joukkojen käyttämien materiaalien vaatimuksenmukaisuuden valvonnasta, työturvallisuustoiminnasta ja työturvallisuuden tilannekuvasta. Joukko-osastoissa TPT- toiminta toteuttaa vastaavia toimintoja valtakunnallisessa ohjauksessa. Työ- ja palvelusturvallisuustoimintaa ohjataan valtakunnallisesti ja paikallisesti kolmen vuoden välein laadittavalla työsuojelun toimintaohjelmalla, jossa määritellään keskeiset toimintatavat. Toiminnassa otetaan huomioon työsuojelulainsäädännöstä ja puolustusvoimien omasta toiminnasta tulevat käskyt ja määräykset. (Puolustusvoimat 2016)

Työ- ja palvelusturvallisuustoiminta muodostuu puolustusvoimien omista varomääräyksistä ja kansallisista työsuojelumääräyksistä. Varomääräyksiä käytetään puolustusvoimien sotilaallisen koulutuksen turvallisuusmääräyksinä. Työturvallisuuslakia ei sovelleta sotilaalliseen koulutukseen tai harjoitteluun. Kaikessa muussa työnteossa työturvallisuuslainsäädäntöä noudatetaan. Varomääräykset ovat luonteeltaan velvoittava turvallisuusmääräyksiä. Varomääräysten velvoittavuutta voidaan lieventää esimerkiksi kriisitilanteessa puolustusvoimien johdon toimenpitein. Varomääräysten laatimista ja ylläpitovastuuta on määritelty varomääräyksessä D 1.1 Puolustusvoimien varomääräyskokoelma. Kyseessä on niin sanottu päävaromääräys, jonka perusteella muut varomääräykset laaditaan.

Puolustusvoimien TPT-toiminnan tarkoituksena on parantaa työ- ja palvelusympäristöä toimintakyvyn turvaamiseksi ja ylläpitämiseksi. Tavoitteena on myös ehkäistä tapaturmia ja ammatitauteja sekä ympäristöstä johtuvia fyysisen ja henkisen terveyden haittoja. Nämä tavoitteet on jaettu noin 20 eri toiminta-alueeseen, joista yksi on toiminta biologisia tekijöitä kohtaan. Puolustusvoimien TPT-toiminnan vuositavoitteena on ollut kaksi pääkohtaa viimevuosien aikana. Nämä ovat: ”Nolla tapaturmaa on mahdollista” ja ”Tavoitteena on vähentää tapaturmia 10% kuluvana vuonna”. (Puolustusvoimat 2016)

4.1 Lakisääteiset velvollisuudet

Työturvallisuuslaki (738/2002) määrittää yleisiä periaatteita, joita työn tekemisessä on huomioitava. Laki määrittää niin työnantajan, kuin työntekijänkin oikeuden ja velvollisuudet jotka liittyvät työn tekemiseen. Laki ei koske Puolustusvoimien palveluksessa olevaa palkattua henkilökuntaa, varusmiehiä ja reserviläisiä silloin kun harjoitellaan tai tehdään sellaista työtä jonka tarkoituksena on sotilaallisten taitojen tai valmiuksien kehittäminen. Edellytyksenä on, että kyseiset tehtävät ovat palvelusohjelmalla tai muulla suunnitelmalla käskettyjä. Normaali työn tekeminen puolustusvoimissa on kuitenkin työturvallisuuslainsäädännön alaista toimintaa.

Yleisellä tasolla työnantajan velvollisuus on poistaa työpaikalla mahdollisesti vaaraa aiheuttavat haitat. Työturvallisuuslain 738/2002 mukaan työnantajalla on velvollisuus muun muassa järjestelmällisesti selvitettävä työympäristöstä ja työolosuhteista aiheutuvat haitta- ja vaara aiheuttavat tekijät. Laissa on todettu myös, että työntekijän altistuminen mahdollisille biologisille tekijöille on pidettävä niin alhaisena, että niistä ei aiheudu haittaa tai vaaraa. Jos työssä on kuitenkin tällaista vaaraa havaittu niin työnantaja on velvollinen pitämään luetteloa kyseiselle vaaralle altistuneista henkilöistä vähintään 10 vuoden ajan. Varsinaisiin biologisiin riskeihin ei työsuojelulaki ota kantaa.

4.2 Työsuojelumääräykset

Valtioneuvosto on antanut asetuksen 933/2017 työntekijöiden suojaamiseksi biologisilta vaaroilta. Asetuksen perusteella annetaan vaatimuksia työn tekemiselle, jossa on mahdollista

altistua biologisille vaaroille. Näitä töitä on esimerkiksi maatalous, metsätalous, puhtaanapito- ja siivoustyö, jätteiden käsittely ja jäteveden puhdistamoissa tehtävä työ. Puolustusvoimissa tehdään asetuksen mukaisia tai niitä lähellä olevia töitä lähes joka paikassa. Asetuksessa jaetaan biologiset vaaratekijät neljään vaarallisuusryhmään. Ryhmään 1. kuuluva tekijä ei todennäköisesti aiheuta vaaraa ihmiselle ja ryhmään 4. kuuluva teki voi aiheuttaa vakavan sairauden, johon ei ole tehokasta hoitoa.

Samassa asetuksessa on säädetty työnantajan velvollisuudeksi selvittää ja tunnistaa sellaiset vaaratekijät, jotka voivat aiheuttaa biologisia vaaratekijöitä työntekijälle. Vaarojen arvioinnissa on huomioitava vaarallisten tekijöiden luokittelu, altistumisen todennäköisyys ja mahdollinen kesto. Työnantajan on arvioitava biologisten tekijöiden valvomisesta annetut ohjeet ja suositukset. Työnantajalle on asetettu myös velvollisuuksia poistaa biologisia uhkatekijöitä mahdollisuuksien mukaan. Työnantajan on *”suunniteltava työmenetelmät ja tekniset torjuntatoimet sellaisiksi, että biologisten tekijöiden leviäminen vältetään tai pidetään mahdollisimman vähäisenä”*. Asetuksen liitteissä on esitetty myös käytettävien tilojen eristyksestä tietoja biologiseen vaaratekijään liittyen. (Finlex 933/2017)

4.3 Riskianalyysin käyttö puolustusvoimissa

Puolustusvoimissa palvelusturvallisuutta toteutetaan ohjeiden ja määräysten kautta sekä riskienhallintatoimenpiteitä hyväksi käyttämällä. Sotilaallisessa harjoitustoiminnassa on käsketty jo yli kymmenen vuoden ajan laatia harjoitustoimintaan liittyen riskianalyysi. On esitetty myös vaatimuksia riskien vähentämisestä tai pienentämisestä harjoituskohtaisesti pidettävälle tasolle. Riskianalyysia koulutetaan nykyään puolustusvoimissa Maanpuolustuskorkeakoulun kursseilla.

Puolustusvoimissa toteutetaan toimintaan liittyen riskianalyyseja tilanteen niin vaatiessa. Riskianalyysi on osa työ- ja palvelusturvallisuustoimintaa. TPT toimintaan liittyen joukko-osastoissa toteutetaan riskikartoituksia tai varsinaisia riskianalyyseja tarpeen mukaan. Menetelmänä käytetään pääsääntöisesti Potentiaalisten ongelmien analyysia (POA), joka soveltuu valtaosaan puolustusvoimien toteuttamasta toiminnasta. Riskianalyysityön johtaja valmisteleen työn kartoittamalla siihen osallistujat ja kouluttaa henkilöstön tehtäviin. Työhön osallistuvat henkilöt kartoittavat mahdollisia riskikohteita ensin itsekseen ja sen jälkeen löydetyt kohteen käsitellään ryhmässä. Löydösten perusteella laaditaan riskitaulukko, johon potentiaaliset riskit sijoitetaan. Taulukkoon sisällytetään arviot riskin esiintymistodennäköisyydestä ja niiden seurauksien vaikutuksesta. Niiden perusteella saadaan havaituille riskeille riskiluku. Riskiluvun perusteella voidaan suunnata korjaustoimenpiteitä haluttuihin kohteisiin. On huomattava, että kaikkia riskejä ei voida toimenpiteistä huolimatta poistaa. Toiminnan johtaja kuitenkin tekee viimekädessä päätöksen, mitä riskejä voidaan pitää ja mitkä on ehdottomasti saatava pienennettyä tai poistettua kokonaan. (Puolustusvoimat 2016)

Riskianalyysjä tehdään joukko-osastoissa ainakin uusien työpisteiden ja koneiden käyttöönottoon liittyen. Varomääräysten alaisessa työssä riskikartoitus tehdään varomääräyksen D 1.4 mukaisesti ammunoista ja kaikesta sellaisesta harjoitustoiminnasta, jossa toimitaan aseiden ja räjähteiden kanssa. Näistä harjoituksista on laadittava kirjallinen harjoituskäsäy, jonka osaksi riskikartoitus liitetään. (Puolustusvoimat 2014)

Toteutetuissa riskianalyysseissä mikrobien aiheuttamien riskejä on huomioitu eri joukko-osastojen toiminnassa vaihtelevasti. Kriisinhallintatehtäviin lähtevien joukkojen osalta on mikrobi- riskejä arvoitu kattavasti. Ennen uuden kriisinhallintatehtävän perustamista suoritetaan kohdealueelle lääkintätiedustelua ja kohteen riskianalyysi. Niiden perusteella toteutetaan tarvittavat toimenpiteet henkilöstön suojaamiseksi kohdemaassa. Kotimaassa mikrobien aiheuttamat riskit tulee huomioiduksi erityisesti elintarvikkeiden käsittelyä toteuttavissa organisaatioissa. Kyseisillä organisaatioilla tulee olla omavalvontasuunnitelma ja henkilöstöllä tarvittava koulutus. TPT- toiminnassa mikrobien aiheuttamat riskit näkyvät joukko-osastoissa lähinnä huomioina puutiaisaivokuumeen ja influenssan mahdollisuudesta ja niihin liittyvien rokotusten suorittamisesta. (Sovijärvi 2019; Puolustusvoimat 2016)

Valtakunnallisella tasolla riskinhallintatyössä on kuitenkin varauduttu toimimaan tilanteessa, jossa maata uhkaa sotilaallinen kriisi tai lääketieteellinen pandemia. Materiaalinen ja henkilöstöllinen varautuminen näissä riskeissä on toteutettu Sotilaslääketieteenkeskuksen ja Logistiikkalaitoksen toimenpitein. (Sotilaslääketieteenkeskus 2018)

5 Teemahaastattelu tutkimusmenetelmänä

Tämän opinnäytetyön tutkimusmenetelmäksi on valittu puolistrukturoitu teemahaastattelu. Tämän luvun alussa esitellään teemahaastatteluun liittyvää teoriaa. Sen jälkeen tuodaan esiin valitut teemat ja niiden perustelut. Luvun keskivaiheilla esitellään tutkimuskysymysten perusteella laaditut teemoihin liittyvät haastattelukysymykset. Tämän jälkeen esitellään haastatteluun valitut henkilöt valintaperusteineen. Luvun lopussa tuodaan esiin haastatteluun liittyvät havainnot.

Teemahaastattelu on kvalitatiivisessa tutkimustyyliissä varsin käytetty tutkimusmenetelmä. Teemahaastattelulla saadaan parhaimmillaan valitusta aihepiiristä runsaasti lisää tietoa ja saadut tiedot voivat viimekädessä jalostaa tutkimuksen koko suuntaa uusille urille. Teemahaastattelulla on muihin haastattelutyyleihin liittyen ominaista, että siinä ei edellytetä haastateltavilta tiettyjä yhteneviä kokemuksia käsiteltävästä aiheesta. Teemahaastattelulle tyypillinen ominaispiirre on, että yksilöiden tietoja ja tunteita voidaan tutkia yhtenevästi tällä menetelmällä. Teemahaastattelussa päästään ottamaan huomioon haastateltavien omat jopa ainutkertaisetkin kokemukset johtopäätöksiensä tuottamisessa. (Hirsjärvi ym. 2011, 48)

Puolistrukturoidulle teemahaastattelulle on ominaista, että kaikille haastatettaville esitetään samat haastattelukysymykset. Haastattelukysymysten järjestys ei kuitenkaan ole tarkoin määritelty, vaan tutkija voi päättää niiden paikan. Haastattelija voi myös vaihtaa kysymysten sanamuotoa tarpeen mukaan. Oleellista kuitenkin on se, että kaikille haastatettaville esitetään samat kysymykset. Puolistrukturoidussa haastattelussa vastaukset eivät ole sidottu tiukkoihin vastausvaihtoehtoihin, vaan haastateltava voi kertoa vapaasti oman näkemyksensä asiasta. (Hirsjärvi ym. 2011, 49)

Tutkimuksen tekemisen alkuvaiheessa tehdään alustava tutkimussuunnitelma. Tutkimussuunnitelman edistymisen myötä on tutkija saanut käsityksen tutkimuksen läpiviennistä. Käytössä teemahaastattelua tutkimusmenetelmänä, on tutkijan perehdyttävä aiheeseen lähdeaineistojen perusteella. Niiden perustella laaditaan yleensä hahmotelma muusta tietojen keruusta. Jos aiheeseen perehtyminen jää ohueksi niin se saattaa aiheuttaa esimerkiksi kysymysten asettelussa haasteita. Se saattaa myös aiheuttaa tilanteen, että haastattelusta jää jostain aiheen kannalta oleellista pois. (Hirsjärvi ym. 2011, 58)

Haastattelun suunnitteluvaiheessa tutkijan tulee päättää sopiva haastateltavien määrä. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa ei pääsääntöisesti pyritä tekemään tilastollisia yleistyksiä. Tarkoituksen mukaisempaa on valita niin sanottu harkinnanvarainen näyte, jossa tutkija päättää osin itsekkäästikin tarvitsemansa otannan laajuuden. Oleellista on, että käsiteltävään ilmiöön saadaan tutkimuksen kannalta riittävästi oleellista tietoa. Joihinkin tutkimuksiin saattaa yhden henkilön tiedot riittää halutun aiheen kattamiseksi. Oleellista on myös, mitä potentiaaliset haastateltavat tietävät asiasta. Tämä voidaan nähdä myös tutkimuskysymyksen kannalta niin, että harkinnan varisella otannalla on saatava tutkimukseen lisäarvoa. Tämä asettaa vaatimuksen siitä, että haastateltavien tulee olla arvokkaita juuri kyseessä olevalle tutkimukselle. (Hirsjärvi ym. 2011, 59)

Haastateltavien määrää voidaan tarkastella myös saturaatioksi kutsutun arviointiperustan kautta. Siinä haastateltavia otetaan niin monta, että samasta aiheesta uusia näkökulmia ei enää esiinny. Aihe siis niin sanotusti kyllästyy. Mainitussa tapauksessa tutkijan tulee tehdä päätös haastateltavien riittävästä määrästä. Harkinnanvarainen otanta on menetelmänä vaativa sen vuoksi, että on vaikea määritellä otannan riittävyttä. Tutkija voi kuitenkin perustella tekemiään valintoja useilla eri keinoilla. Viimekädessä kuitenkin saatujen kokemusten ainutkertaisuus ja saatujen tulosten analysointi antaa vaikutelman otannan riittävydestä. (Hirsjärvi ym. 2011, 60)

Haastattelun suunnitteluvaiheessa kysymysten asettelu alkaa tyypillisesti teemojen valinnan kautta. Tutkimuskysymysten kautta on jäsentynyt aiheita, joista tarvitaan lisää tietoa varsinaisen haastattelun kautta. Teema-alueiden kautta tutkija muodostaa varsinaiset haastattelukysymykset. Teema-alueiden tulisi olla riittävän väljät, jotta ilmiön moniulotteiset

mahdollisuudet pääsevät esiin. Haastattelukysymyksiä asetelussa pyritään välttämään kyllä ja ei vastauksin mahdollisuutta. Kysymyksiä pohjaksi on hyvä laatia kysymyslomake, vaikka sitä ei haastattelussa käytetä. (Hirsjärvi ym. 2011, 74)

Haastateltavien kanssa on hyvä sopia haastattelun suorittamiseen liittyvät yksityiskohdat mahdollisimman ajoissa. Haastateltavalle kerrotaan, miksi häntä halutaan haastatella. Tutkimuksen loppuasetelmaa ei kuitenkaan ole hyvä käsitellä, jotta se ei vaikuta haastateltavan antamiin vastauksiin. Tutkijan on hyvä suunnitella haastatteluajankohdat ja -paikat siten, että tilanteen olisivat vertailukelpoisia keskenään. Aina tämä ei kuitenkaan ole mahdollista. Haastattelutilanne on hyvä tallentaa jollain sopivalla tallennusvälineellä, josta tuotos voidaan myöhemmin translitteroida. Ennen haastattelun taltiointia on hyvä tarkastaa järjestelyiden toimivuus. (Hirsjärvi ym. 2011, 75)

Saadun aineiston analysointiin on olemassa muutamia lähestymistapoja. Aineiston purku ja analysoinnin aloittaminen olisi syytä aloittaa mahdollisimman nopeasti haastelujen jälkeen. Tämä on seurausta siitä, että haastattelutilanne on tuoreessa muistissa ja tilanne myös todennäköisesti inspiroi tutkijaa. Analyysiin voidaan edetä muutamilla eri tavoilla. Aineisto voidaan purkaa ja edetä sitä suoraan analysointivaiheeseen intuition pohjalta. Aineisto voidaan myös purkaa ja koodata, jonka jälkeen edetään analyysivaiheeseen. On myös mahdollista, että purkamis- ja koodaamisvaihe yhdistyy ja sen jälkeen suoritetaan analysointivaihe. (Hirsjärvi ym. 2011, 136)

Laadulliselle analyysille on tyypillistä, että tutkija voi tyypitellä ja hahmotella malleja aineiston keruun yhteydessä. Hän voi myös kerätä lisää aineistoja tarkistaakseen jonkin muotoilemansa hypoteesin. Saatua aineistoa voidaan myös käyttää tutkimusaineistossa alkuperäisessä sanallisessa muodossaan. Tutkija voi myös valita laadullisessa tutkimuksessa käyttämänsä päättelytavan. Hän voi lähestyä aihetta pyrkimällä todentamaan joitakin teoreettisia joihtoideoita. Vaihtoehtoisesti hän voi toteuttaa päättelyä aineistolähtöisesti. Laadullisessa tutkimustyössä ei ole olemassa jotain tiettyä niin sanotusti parempaa päättelytapaa. Vaan tutkija valitsee itse haluamansa analysointitavan. (Hirsjärvi ym. 2011, 136)

Saadun aineiston kuvailua voidaan pitää analyysin toteuttamisen perustana. Kuvailun tarkoituksena on muodostaa kuva saadusta materiaalista ja sen tulisi vastata kysymyksiin kuka, missä, milloin, kuinka paljon ja kuinka usein. Kuvailuun on kuitenkin olemassa useita koulu-kuntia ja toista ääripäätä edustaa tyyli, jossa kuvailu on vain faktojen esittämistä. Laadullisille tutkimuksille ongelmallista voi olla myös materiaalin laajuus. Tarkoin suoritettu kuvailu saattaa lisätä suunnitellun työn laajuutta suhteettomasti. Tutkija siis tekeekin viimekädessä ratkaisun haluamansa kuvailun laajuudesta. (Hirsjärvi ym. 2011, 146)

Aineiston analysoinnin toteuttamiseksi aineisto pääsääntöisesti luokitellaan. Luokittelu tarkoittaa aineiston uudelleen jäsentelyä. Käytännössä saatua aineistoa tiivistetään ja

muunnetaan tutkimuksen kannalta sopivampaan muotoon. Muodostettavalla luokittelulla tulee olla jokin perusteltavissa oleva syy-yhteys johonkin analyttiseen näkökulmaan. Luokittelun avulla tutkija pääsee aineiston varsinaiseen tulkintaan. Aineiston tulkinnaissa voidaan tutkijan onnistumista arvioida myös sillä, että löytääkö lukija tutkijan kanssa samat näkökulmat kuin tutkijakin on havainnut. (Hirsjärvi ym. 2011, 151)

5.1 Teemat ja kysymyksenasettelu

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa puolustusvoimien käytänteitä antimikrobisten pinnoitusmenetelmien käytössä. Tavoitteena on kartoituksen perusteella löytää keinoja vaikuttaa palvelusturvallisuuden kehittymiseen suotuisasti. Tutkimusaiheeseen perehtymisen jälkeen asetettiin tavoitteen saavuttamiseksi seuraavia tutkimuskysymyksiä:

Millaisia infektoitumista aiheuttavia mikrobeja Puolustusvoimien toimintaympäristössä esiintyy yleisimmin? Tällä kysymyksellä selvitetään yleisimmät mikrobit, jotka aiheuttavat puolustusvoimien toimintaympäristössä henkilöstön keskuudessa leviäviä infektioita. Vastausten perusteella on mahdollista valita parhaiten käyttöön sopivia antimikrobisia pinnoitusmenetelmiä.

Millaisilla antimikrobisilla pinnoitusmenetelmillä voidaan vaikuttaa patogeenien leviämiseen? Tällä kysymyksellä selvitetään puolustusvoimien toimintaan soveltuvia pinnoitusmenetelmiä, joissa on antimikrobisia ominaisuuksia. Pinnoitusmenetelmät voivat olla muodoiltaan esimerkiksi metalleja, maaleja, lakkoja tai kuituja.

Millaisia antimikrobisia pinnoitusmenetelmiä Puolustusvoimissa käytetään? Tällä kysymyksellä selvitetään Puolustusvoimissa normien perusteella annettuja toimintaohjeita antimikrobisten pinnoitusmenetelmien käytöstä.

Millaisia ohjeita Puolustusvoimat on antanut palvelusturvallisuuden osalta antimikrobisten menetelmien käytöstä? Tällä kysymyksellä selvitetään lainsäädännön, työturvallisuusmääräysten ja Puolustusvoimien varomääräysten perusteella annetut vaatimukset antimikrobisten menetelmien käytöstä ja niiden vaikutusta palvelusturvallisuuteen.

Edellä mainittujen tutkimuskysymysten perusteella on muodostettu tarkoitusta palvelevia teemoja. Teemat ovat muodoltaan riittävän laajoja, jotta haastattelukysymysten tarjoama asioiden käsittely kattaa tutkimuksessa halutun laajuuden. Seuraavia teemoja luotiin:

Sairastumisteema: Tämän teeman alla on tarkoitus selvittää, millaisia infektioita puolustusvoimissa ilmenee ja mikä on yleisimmin esiintyvä patogeeni?

Riskiteema: Tämän teeman alla on tarkoitus selvittää mikrobien vaikutusta palvelusturvallisuuteen. Teeman alla selvitetään myös mikrobien mahdollista tahallista käyttöä puolustusvoimien henkilöstöä vastaan.

Suorituskykyteema: Tämän teeman alla on tarkoitus selvittää puolustusvoimien viitekehityksessä ilmenevien patogeenien vaikutusta suorituskykyyn.

Edellä mainittuihin teemoihin on laadittu soveltuvia kysymyksiä, joiden perusteella teema-haastattelu käydään. Haastattelumenetelmänä käytetään puolistrukturoitua teemahaastattelua. Kyseisessä menetelmässä kaikille haastateltaville suoritetaan samat kysymykset. kysymysten järjestys ja esittämisuoto voi kuitenkin vaihdella. Laaditut kysymykset esitetään teemoittain. Kysymyksien yhteydessä on perusteltu niiden valintaa haastattelukysymyksiksi.

Sairastumisteeman haastattelukysymykset:

1. Millaisia toimia puolustusvoimissa toteutetaan influenssaepidemioiden ehkäisemiseksi nykyään? Kysymyksellä tavoitellaan asiantuntijoiden käytännön kokemuksia todellisista tilanteista, jotta niitä voidaan verrata olemassa oleviin ohjeisiin ja normeihin.

2. Mitä tauteja aiheuttavia mikrobeja esiintyy kokemuksesi mukaan todennäköisimmin puolustusvoimien viitekehityksessä? Kysymyksellä tavoitellaan asiantuntijoiden käsityksiä vallitsevaan tilanteeseen. Tavoitteena on myös saada havaintoja siitä, toimivatko antimikrobiset pinnointusmenetelmät yleisesti puolustusvoimissa esiintyviä mikrobeja vastaan.

3. Millaisia mikrobien aiheuttamia infektioiden leviämisteitä pidät todennäköisimpänä puolustusvoimien viitekehityksessä? Kysymyksellä tavoitellaan asiantuntijoiden käsityksiä siitä, että onko olemassa leviämisteitä joihin voidaan vaikuttaa myös antimikrobisilla menetelmillä. Vastauksilla saadaan myös kuvaa henkilöstön infektoitumiskäsityksistä.

4. Millaisia tuloksia on tietojesi mukaan saatu varuskunnissa esiintyneiden epidemioiden syistä? Tällä kysymyksellä tavoitellaan tilannetietoisuuden merkitystä puolustusvoimien epidemiatilanteista. Kysymyksellä tavoitellaan myös tietoa, onko jotain tiettyjä epidemioihin liittyviä ominaispiirteitä, joita vain puolustusvoimissa esiintyy.

Riskiteeman haastattelukysymykset:

5. Millaisia kovien ja pehmeiden pintojen desinfektio menetelmää pidät tällä hetkellä käytökelvöisimpänä puolustusvoimissa? Kysymyksellä tavoitellaan asiantuntijoiden käsitystä parhaista käytänteistä ja viimeisimmistä asiaan liittyvistä trendeistä.

6. Miten puolustusvoimien kohteita on arvioitu riskiperusteisesti mikrobien aiheuttamien poissaolojen kannalta? Kysymyksellä tavoitellaan havaintoja riskianalyysien osalta siitä, että

otetaanko mikrobien aiheuttamia infektioita huomioon ja miten se näkyy puolustusvoimien toiminnassa.

7. Paljonko poissaolovuorokausia puolustusvoimissa tulee nykyään infektioiden aiheuttamana? Kysymyksellä Tällä kysymyksellä tavoitellaan tietoa vaikutuksista toiminnan luonteeseen ja myös suorituskykyyn.

8. Mitä ohjeita puolustusvoimissa on annettu antimikrobisten materiaalien ja pinnoitusmenetelmien käytöstä? Tällä kysymyksellä tavoitellaan vastaajien käsitystä vallitsevasta tilanteesta

Suorituskykyteeman haastattelukysymykset:

9. Millaisena operatiivisena uhkana mikrobeja pidetään puolustusvoimissa? Kysymyksellä tavoitellaan asiantuntijoiden käsityksiä mikrobien asekäytön mahdollisuuksista nykyään. Saatuja vastauksia peilataan myös palvelusturvallisuuteen.

10. Miten puolustusvoimissa toteutetaan uudiskohteiden ja peruskorjattavien kohteiden osalta ohjeistus ja tarkastukset ympäristöterveydenhuollon näkökulman esiintuomiseksi? Kysymyksellä tavoitellaan tietoa eri kohteiden suunnitteluun liittyvistä antimikrobisten menetelmien mahdollisesta käytöstä suunnitteluperusteissa tai tietoa siitä, että asiaa ei ole huomioitu suunnitteluvaiheessa.

11. Oletteko ollut mukana suunnitteluprosessissa merivoimien 2020-luokan korvettien, Patrian AMV-panssaroidun miehistönkuljetusvaunun tai kasarmien peruskorjauksen osalta? Kysymyksellä kartoitetaan asiantuntijoiden osallistumista eri projekteihin.

12. Millaisia huomioita olette tehneet edellä mainituista kohteista hygieniaturvallisuuden osalta? Kyseessä on jatkokysymys kysymykseen numero 10. Tavoitteena on saada havaintoja mahdollisista antimikrobisten pinnoitusmenetelmien käytöstä uudisrakennuskohteista.

Haastattelukysymyksiä muodostui tutkimuskysymysten perusteella 12 kappaletta kolmen eri teeman alle.

5.2 Haastateltavat henkilöt

Puolistrukturoidussa haastattelussa voidaan valita valittuun aiheeseen liittyen harkinnanvarainen otanta, joka on kuitenkin riittävä halutun aineiston keräämiseksi. Tässä teemahaastattelussa sopivaksi perusjoukoksi valikoitui kuusi henkilöä. Henkilöt valittiin heidän asiantunteumuksessa ja omien työtehtäviensä perusteella. Henkilöiden valinnassa käytettiin kolmea pääkriteeriä. Ensimmäinen kriteeri oli, että henkilön tuli olla sellaisessa tehtävässä tai asemassa että hän työnsä puolesta pääsee näkemään hygieniaturvallisuuden vaikutusta joukkojen suorituskykyyn. Toisen kriteerinä painotettiin myös sitä, että henkilö koulutustaustansa

puolesta ymmärtää patogeenien vaikutusta palvelusturvallisuuden näkökulmasta. Kolmantena valintakriteerinä painotettiin toimintaympäristön tuntemusta. Henkilön tulee tuntea kaikkiin aselajeihin liittyviä erikoisolosuhteita. Valittavilla henkilöillä tuli olla vähintään yli kymmenen vuoden kokemus omasta erikois-alastaan.

Edellä mainittujen kriteerien valossa valittiin kuusi henkilöä. Kaikki valitut henkilöt toimivat puolustusvoimien palveluksessa. Kaksi heistä omaa lääkäritaustan monipuolisella puolustusvoimallisella kokemuksella, jota on hankittu myös toimimalla kriisinhallintatehtävissä. Kaksi henkilöistä omaa eläinlääkäritaustan. Molemmat heistä toimivat ympäristöterveydenhuollon tehtävissä. He antavat myös ohjausta mikrobien torjuntaan liittyvissä asioissa puolustusvoimien osalta. Palvelusturvallisuuden näkökulmaa ja rakenteisiin liittyviä erityisasiantuntemusta edustaa sotilasinsinööri. Hänellä on laaja ja monipuolinen kokemus erityisesti vaativista merivoimallisista rakennushankkeista. Hän osallistuu käytännössä myös kaikkien työturvallisuuteen liittyvien normien laatimiseen puolustusvoimissa. Joukko-osaston komentaja valittiin tieteellisen koulutus taustansa vuoksi joukkoon. Hän on myös osallistunut useisiin kehittämishankkeisiin puolustusvoimissa eri rooleissa. Haastateltavat henkilöt ovat:

Henkilö 1. Sotilaslääkäri: Hän on lääketieteen lisensiaatti ja palvelee Sotilaslääketieteenkeskuksessa lääkärimäisenä. Hän osallistuu päivittäin virkatoimintaansa joukko-osasto tasalla varusmiesten ja palkatun henkilöstön hoitotoimenpiteisiin. Hän omaan noin kymmen vuoden kokemuksen puolustusvoimien lääkinällisistä tehtävistä. Hän on toiminut lääkärimäisenä muun muassa merivoimien koulutuspurjehduksella sota-aluksella.

Henkilö 2. Hallintoylilääkäri: Hän on lääketieteen lisensiaatti ja sisätautien kirurgi. Hän on palvellut kesään 2019 asti Sotilaslääketieteenkeskuksessa, josta hän on eläköitynyt sen jälkeen. Hän on toiminut sotilaslääkärimäisenä ja hallintoylilääkärimäisenä vastuualueenaan kansainväliset kriisinhallintaoperaatiot. Hän on myös osallistunut kriisinhallintaoperaatioihin lääkärimäisenä niin maalla kuin merelläkin. Edellä mainittujen sotilaslääkinnän tehtävien ohella hän on toiminut sairaaloissa ja terveyskeskuksissa Etelä-Suomen alueella useissa eri tehtävissä.

Henkilö 3. Sotilasinsinööri: Hän toimii merivoimien teknisen tarkastussektorin johtajana ja on alusten luokituslautakunnan puheenjohtaja. Hän toimii myös palvelusturvallisuusinsinöörinä. Hänen vastuualueenaan on palvelusturvallisuus ja siihen liittyvät asiantuntijatehtävät. Hän on toiminut kyseisessä tehtävässä yli 15 vuoden ajan ja hänen päivittäisiin tehtäviin kuuluvat varomääräyksiin, työturvallisuuteen ja laivojen rakenteisiin liittyvät tekniset ratkaisut. Hän myös ohjaa työssään merivoimien peruskorjaus- ja uudisrakennushankkeita.

Henkilö 4. Eläinlääkäri: Hän on eläinlääketieteen lisensiaatti ja hän palvelee Sotilaslääketieteen keskuksessa. Hänen työtehtäviinsä kuuluu toteuttaa puolustusvoimien viranomais tehtäviä ympäristöterveydenhuollon valvontasuunnitelman mukaisesti. Hän osallistuu työpaikkaselvitysten tekoon ja antaa ohjeita ja vaatimuksia puolustusvoimien rakennuskohteiden

toteutuksesta hygieniaturvallisuuden osalta. Hän osallistuu viranhaltiana myös mahdollisten epidemioiden ennaltaehkäisyyn ohjaamalla desinfektointi toimenpiteitä ja paljastuneiden epidemioiden syiden selvitystyötä

Henkilö 5. Eläinlääkäri: Hän on eläinlääketieteen lisensiaatti. Hän palvelee pääesikunnassa ja hän vastaa puolustusvoimien ylilääkärin ohella ympäristöterveydenhuollon viranomaistehtävistä puolustusvoimissa. Hän ohjaa työtehtävissään Sotilaslääketieteenkeskuksen asiantuntijoiden työtä ympäristölääketeen osa-alueella. Hän osallistuu työnsä puolesta lainsäädäntötyöhön asiantuntijana ja puolustusvoimien oman alansa normien laatimiseen vastuullisena virkahenkilönä.

Henkilö 6. Kommodori: Hän on joukko-osaston komentaja ja Filosofian tohtori. Hän on toiminut edellisessä tehtävässään puolustusvoimien komentajan avustajana ja omaa tästä tehtävästä myös puolustusvoimien johdon näkemyksen. Hän on osallistunut useisiin puolustusmateriaalin kehittämisprojekteihin projektipuuseerina, projektipäällikkönä tai projektin omistajana. Hän omaa kokemusta myös sota-aluksella kaikista kansi-alan tehtävistä.

Edellä esitetyillä henkilöillä saadaan katettua teemahaastattelun aihealueiden asiantuntemus riittävällä tasolla. Kaikilla edellä esitetyillä henkilöillä on runsas kokemus kysymyksen aihealueista. Heillä kaikilla on myös omien tehtävien osalta virkavastuu hygieniaturvallisuuden osa-alueelta. Joukko-osaston komentaja edustaa myös työnantajan näkemystä omassa joukko-osastossaan. Hän on ensimmäinen työnantajan edustaja hierarkiassa omalla toiminta-alueellaan. Hygieniaturvallisuutta käsitellään tässä opinnäytetyössä puolustusvoimien palvelusturvallisuuteen liittyen. Näin ollen haastatteluun valitut henkilöt edustavat parasta tarjolla olevaa asiantuntemusta tähän tutkimukseen.

5.3 Huomiot haastatteluista

Tämä opinnäytetyö aloitettiin jo vuoden 2017 aikana alustavalla opinnäytetyösuunnitelmalla. Työn toteutussuunnitelma muotoutui lähdeaineistoon tutustumisen myötä. Tutkimussuunnituksen ja tutkimusmetodin valintojen myötä alkoi valmistautuminen varsinaisiin haastatteluihin. Opinnäytetyöhön toteutetut haastattelut jakaantuivat kahden vuoden aikaperiodille. Tämä olisi voinut vaikuttaa muuttuvien tilanteiden myötä eri henkilöiden ajattelutapaan tai huomiointiin. Osalla haastateltavista työtehtävät ovat myös kehittyneet vaativampaan suuntaan viimeisen kahden vuoden aikana. Tällä ei kuitenkaan ollut havaittavaa vaikutusta saatuihin tuloksiin. Työtehtävien muutosten voidaan katsoa myös lisänneen henkilöiden näkemystä asiasta.

Haastattelut sovittiin valikoitujen kohdehenkilöiden kanssa lyhimmillään päivää ennen toteutusta. Yhdessä tapauksessa haastattelukysymyksistä osa käsiteltiin sähköpostitse ja tietoja täydennettiin myöhemmin tapaamisen yhteydessä. Kohdehenkilöiden määrä täydentyi

haastatteluiden edistymisen myötä. Tutkija siis käytti valtaansa päättää harkinnanvaraisen otannan määrästä ja laadusta.

Haastattelujen käytännön toteutus vaihteli jonkin verran niin paikan kuin ajankohdankin suhteen. Yksi haastatteluista suoritettiin Pääesikunnan sotilaskodissa, jossa ei ollut muita henkilöitä läsnä. Kaksi haastatteluista suoritettiin merivoimien aluksella, jossa oli myös muita henkilöitä samassa tilassa. Kaksi haastattelua suoritettiin käytävätiloissa penkillä istuen ja yksi ulkotiloissa. Olosuhteilla ei kuitenkaan ollut tutkijan mielestä havaittavaa vaikutusta lopputulokseen.

Haastattelun aluksi keskusteltiin aihepiiristä yleisesti ja myös opinnäytetyön tavoitteista. Kaikki haastatellut henkilöt suhtautuivat haastatteluun positiivisesti ja pitivät asian käsittelyä mielenkiintoisena. Haastattelun kulku oli kaikissa tapauksissa luontevaa. Tämä johtui ainakin osittain siitä, että haastateltavat olivat haastattelijalle tuttuja jo muistakin yhteyksistä.

5.4 Tulokset

Tässä alaluvussa on selvitetty saatujen haastattelutulosten keskeisiä seikkoja. Joissakin kysymyksissä on tuotu esiin myös sanatarkkoja vastauksia kysymykseen, jos tutkija on pitänyt vastausta erityisen huomionarvoisena opinnäytetyön aiheeseen liittyen. Seuraavia vastauksia saatiin:

1. Millaisia toimia puolustusvoimissa toteutetaan influenssaepidemioiden ehkäisemiseksi nykyään? Kaikilla vastaajilla oli tähän kysymykseen saman suuntaisia vastauksia. Esiin tulleita toimenpiteitä olivat muun muassa käsihygienian korostaminen ja asiaan liittyvien tietoiskujen pitäminen. Erityisesti influenssakaudella ja norovirusten esiintymisen aikana pyritään esimerkiksi leiriolosuhteissa järjestämään lisää käsienpesumahdollisuuksia. Huomion arvoisena seikkana koettiin myös, että puolustusvoimat tekee myös ennaltaehkäisevää toimintaa hankkimalla influenssa ja punkkirokotuksia riskiryhmässä oleville. Tämä on myös vuositasolla huomattava kustannuserä.

2. Mitä tauteja aiheuttavia mikrobeja esiintyy kokemuksesi mukaan todennäköisimmin puolustusvoimien viitekehyksessä? Vastauksissa tuli kaksi selvää mielipidettä ilmi. Norovirus ja kausi-influenssa virukset ovat todennäköisimmät patogeenit, jotka tulevat vastaan. Vastauksissa korostettiin, että ne ilmenevät normaalina influenssakautena, joka sijoittuu ajallisesti lokakuun ja maaliskuun huhtikuun väliin. Haastateltavat arvioivat myös, että varuskuntiin tulevat patogeenit tulevat henkilöstön mukana esimerkiksi kotoa tai harrastuksista infektoituneiden perheenjäsenten tartuttamana.

3. Millaisia mikrobien aiheuttamia infektioiden leviämisteitä pidät todennäköisimpänä puolustusvoimien viitekehyksessä? Norovirusten leviämisen alkusyynä pidettiin sen kulkeutumista varuskuntaan yksittäisen henkilön tuomana, josta se tarttuu pintojen ja saniteettitilojen

kautta. Noroviruksen välittymistä varuskunnan keittiön välityksellä ei pidetty todennäköisenä. Yksi tapaus nostettiin kuitenkin esiin, jossa oli välitetty kenttäkeittimessä valmistettua hernekeittoa ja sitä oli jäähtyneenä siirretty henkilöiden kotiin. Hernekeittoa oli nautittu myöhemmin ja siitä oli saatu infektio. Asiassa haluttiin korostaa kylmäketjun merkitystä.

Vastauksissa nostettiin myös esiin yhteiskäytössä olevissa tiloissa tietokoneiden hiiret ja näppäimistöt, kaukosäätimet ja matkapuhelimet. Myös käsiradiot ja radioiden käyttölaitteet mainittiin mahdollisina infektoitumisreitteinä. Neljä vastaajaa piti ovien vetimiä ja vesihanoja paikkoina, josta mikrobeja voi välittyä. Ulostepohjaisten välittymismekanismien olemassaolo nostettiin esiin kahdessa vastauksessa. Esimerkiksi Tampereella oli sairastunut uimarantojen käytön yhteydessä runsaasti henkilöitä noroviruksesta.

4. Millaisia tuloksia on tietojesi mukaan saatu varuskunnissa esiintyneiden epidemioiden syistä? Kaikilla vastaajilla oli tieto siitä, miten epidemioita tutkitaan. Neljän vastaajan mukaan epidemian aiheuttanut patogeeni saadaan käytännössä aina selville. Varsinainen syntyeläin jää kuitenkin usein selvittämättä puutteellisten tietojen vuoksi. Poikkeuksena nostettiin esiin Utin Jääkäriyrykmentissä sattunut tapaus, jossa maastoleirillä olleista varusmiehistä sairastui äkillisesti. Syyksi pystyttiin löytämään luonnonvesistö, josta kaikki sairastuneet olivat juoneet. Tapahtuman selvittely oli helppoa siksi, että se tapahtui maasto-olosuhteissa, jossa muuttujia oli vähemmän kuin varuskunnissa. Epidemioiden seuranta ja tilannetietoisuus nousivat vastauksissa myös esiin useiden vastaajien kohdalla.

5. Millaisia kovien ja pehmeiden pintojen desinfektiomenetelmää pidät tällä hetkellä käyttökelpoisimpana puolustusvoimissa? Lähes kaikissa vastauksissa nostettiin esiin desinfektoivan pesuaineen käyttö. Myös etanolipohjaiset desinfektointiaineet saivat kannatusta. Kahdessa vastauksessa nostettiin Virkon S niminen desinfektiopesuaine. Kyseessä on erityisesti kriisinhallintatehtävissä käytetystä aineesta. Vaikeiden tapausten yhteydessä voidaan yhden vastauksen mukaan käyttää myös kaasumaisessa muodossa olevaa vetyperoksidia.

6. Miten puolustusvoimien kohteita on arvioitu riskiperusteisesti mikrobien aiheuttamien poissaolojen kannalta? Varsinaisten kohteiden toiminnan kannalta ei ole riskianalyysistä näkynyt kenenkään vastaajan mukaan. Poissaoloja kuitenkin seurataan valtakunnallisesti ja varuskunnallisesti melkein kaikkien henkilöiden osalta. On myös tiedostettu, että erityisesti influenssakautena poissaoloilla on merkitystä organisaation toiminnalle. Tämä näkökulma nousi esiin kaikilla vastaajilla. Yksi vastaajista ei seuraa aktiivisesti valtakunnallista tai varuskunnallista sairastuvuustilastointia.

7. Paljonko poissaolovuorokausia puolustusvoimissa tulee nykyään infektioiden aiheuttamana? Kenelläkään vastaajista ei ollut antaa suoraan määriä. Kaksi vastaajaa näkee tiedot viikoittain puolustusvoimien tilannekatsauksessa ja kolme vastaajaa seuraa tilannetta olemassa olevien järjestelmien ja viestiketjujen kautta. Yhdellä vastaajalla ei ollut käsitystä asiasta.

8. Mitä ohjeita puolustusvoimissa on annettu antimikrobisten materiaalien ja pinnoitusmenetelmien käytöstä? Yksi vastaaja nosti esiin, että vesijohdoissa on käytetty kuparia useita vuosikymmeniä ja asia perustuu kuparin antimikrobisiin ominaisuuksiin, hyvään muotoiltavuuteen ja antimagneettisuuteen. Esiin nousi kolmessa vastauksessa, että antimikrobisia materiaaleja käytetään vaatetusmateriaaleissa erityisesti kriisinhallintatehtävissä. Pinnoitusmateriaalien osalta lähes kaikki olivat yhtä mieltä, että ainakaan johdetusta toiminnasta ei ole mielikuvaa. Ohessa on yksi kommentti aiheesta ” En osaa sanoa, mutta itse en tällaista muista tai en ole törmännyt yli 20 vuoden aikana”.

9. Millaisena operatiivisena uhkana mikrobeja pidetään puolustusvoimissa? Lähes kaikkien vastaajien osalta todettiin, että infektoitunut henkilöstö vaikuttaa suorituskykyyn merkittävästi. Tämä voi näkyä jopa joukon toiminnan estymisenä. Sotilaskäytön osalta B-aseen käyttöä pidetään mahdollisena lähes kaikkien vastaajien osalta. Esiin nousi kuitenkin hybridi-vaikuttamisen mahdollisuus kolmessa vastauksessa. Tällä tarkoitetaan normaaleja tauteja aiheuttavien patogeenien käyttöä esimerkiksi ruuan mukana. Tarkoituksena voi olla infektoida toimivia joukkoja. Seuraava kommentti esitettiin haastattelun yhteydessä: ”Henkilökohtaisesti olen sitä mieltä, että sotilaat eivät valitettavasti edelleenkään oikein tunnista näitä niin sanottuja ”tavallisia” mikrobeja merkittävänä uhkana, vaan saattavat lähtökohtaisesti ajatella, että niille ei ylipäätään mahda mitään, eli että ne vaan tulevat jostain”.

10. Miten puolustusvoimissa toteutetaan uudiskohteiden ja peruskorjattavien kohteiden osalta ohjeistus ja tarkastukset ympäristöterveydenhuollon näkökulman esiintuomiseksi? Vastauksissa tuli ilmi, että suunnittelussa noudatetaan vallitsevaa lainsäädäntöä ja puolustusvoimien normeja. Erityisesti ympäristöterveydenhuoltoon liittyvät näkökohdat tulevat esiin, koska niistä on olemassa omat käskynsä. Muina ohjaavina lähteinä käytetään Naton ja laivanrakennuksessa luokituslaitosten ohjeita. Ohjeistuksessa ruuanvalmistustilojen ja saniteettitilojen osalta toimitaan huolellisesti. Muiden rakenteiden osalta noudatetaan rakennusmääräyksiä ja käytetään talonpoikaisjärkeä. Mikrobien torjunnan osalta kiinnitetään huomiota hyviin hygieniakäytänteisiin.

11. Oletteko ollut mukana suunnitteluprosessissa merivoimien 2020-luokan korvettien, Patrian AMV-panssaroidun miehistönkuljetusvaunun tai kasarmien peruskorjauksen osalta? Vain yksi henkilö on ollut ohuesti mukana tähän mennessä merivoimien korvetin suunnittelun aloituksessa. Muiden osalta asiasta ei ollut kokemuksia.

12. Millaisia huomioita olette tehneet edellä mainituista kohteista hygieniaturvallisuuden osalta? Rakennusprojekti on korvetin osalta vielä alkutekijöissään, joten vielä ei voi puhua kokemuksista.

6 Tulosten analysointi

Tässä tutkimuksessa saatujen tulosten analysointi aloitettiin siinä vaiheessa, kun puolet haastatteluista oltiin tehty. Laadullisessa tutkimuksessa aineiston analyysi voidaan toteuttaa useilla eri tavoilla. Tutkija voi laadullisen aineiston käsittelyn yhteydessä päättää käyttämänsä päättelytavan. (Hirsjärvi ym. 2011, 136) Tässä tutkimuksessa aineisto litteroitiin ja sen jälkeen purettiin. Purettua aineistoa käsiteltiin teemoihin liittyvillä aihealueilla ja etsittiin aihepiiriin sopivia yhteneväisyyksiä. Analyysitavaksi valittiin ymmärtämiseen pyrkivä lähestymistapa.

Tulosten purkamisen yhteydessä nostettiin vastauksista esiin erillisiä asioita, jotka nousivat kysymyskohtaisesti pinnalle. Nämä asiat taulukoitiin, jonka perusteella tehtiin havaintoja. Havaintojen perusteella toteutettiin kunkin teeman alle kolme vastaus kohtaa. Näihin vastauskohtiin toteutettiin esiin nousseiden vastausten valossa niin ikään kolme vastauskategoriaa. Näin päästiin tilanteeseen, että oleelliset vastaukset saatiin esiin ja mitään oleellista ei jäänyt huomioimatta. Havainnoista toteutettu taulukko on liitteenä 3.

Tulosten analysoinnin yhteydessä tehtiin havainto, että haastattelukysymysten kaksi viimeistä kysymystä, jotka koskivat uusdisrakennusprojekteja, eivät saaneet juurikaan vastauksia. Näistä kuitenkin nostettiin taulukkoon kohta, jolloin vastaukset kuitenkin täydentävät kokonaiskuvaa tilanteesta. Vastausmateriaali on opinnäytetyön tekijän hallussa.

6.1 Havainnot ja saturaatio

Tässä aluvuossa käsitellään haastattelun perusteella saatuja havaintoja. Haastattelun perusteella voidaan todeta, että haastateltavat olivat varsin hyvin perillä valtaosasta kysymyksiin liittyvistä aihealueista. Tämä johtuu kuitenkin siitä, että kaksi kolmasosaa haastatelluista henkilöistä itse työskentelee tehtävässä, jossa näkee päivittäin kysytyjä asioita. Tämä näkyy vastausten suuntautumisessa muutamien kysymysten osalta.

Haastattelun tuloksien analysoinnissa otetaan huomioon harkinnanvaraisen otantaan liittyvä saturaatio. Tällä tarkoitetaan riittävää määrää otantaa, jossa aihe kyllästyy siinä määrin, että uusia näkökulmia ei enää esiinny. (Hirsjärvi ym. 2011, 60) Tutkija käytännössä päättää, mikä on se vaihe, jossa hänen mielestä saturointipiste täyttyy. Tässä tutkimuksessa saturointipistettä on tarkasteltu vastauskohtaisesti. Tämä johtuu siitä, että kaikki kysymykset eivät ole saman arvoisia loppuasetelman kohdalta tarkasteltuna. Esimerkiksi kysymys siitä, onko joku osallistunut johonkin toimintaan ei vaikuta jonkin toisen kysymyksen arvottamiseen. Analysoitujen vastausten valossa voidaan tehdä aiheeseen liittyen seuraavia huomioita:

Puolustusvoimissa aktiivisina toimina mikrobeja vastaan liittyen toteutetaan vuosittaisia rokotuksia, joilla tähdätään vastustuskyvyn saamista kausi-influenssalle ja puutiaisaivokuumeelle. Puolustusvoimien viitekehyksessä todennäköisimmin kohdataan norovirusta ja kausi-

influenssaa. Nämä patogeenit tulevat varuskuntaan todennäköisimmin jonkun työntekijän mukana kotoa tai harrastusten parista ja ne leviävät varuskunnassa eri pintojen kautta.

Antimikrobisia pinnoitusmenetelmiä ei käytetä puolustusvoimissa johdonmukaisesti. Poikkeuksena tähän on jotkin kriisinhallintaoperaatioissa käytetyt vaatekäsineet. Johtavassa asemassa olevat henkilöt puolustusvoimissa seuraavat aktiivisesti valtakunnallista ja paikallista infektiotilannetta. Toimivana desinfektio menetelmänä pidetään sopivaa pesuainetta ja etanolipohjaista desinfektioaineita.

Puolustusvoimissa pidetään uhkana mikrobien käyttöä myös asevoimien lamauttamiseen. On mahdollista, että niitä levitetään esimerkiksi elintarvikkeiden välityksellä. Mikrobien levittäminen ei kuitenkaan ole välttämättä perinteistä biologisen aseiden käyttöä, vaan kyseessä voi olla myös normaalien mikrobien käyttö tässä tarkoituksessa. Uusien kohteiden ja peruskorjattavien kohteiden suunnittelussa käytetään lainsäädännön ja ympäristöterveydenhuollon vaatimuksia hyväksi. Apuna käytetään myös ulkomaalaisia ohjeita kohteesta riippuen.

Edellä mainitut havainnot on analyysin perusteella koostettu sellaisista vastauksista, joiden voidaan katsoa saturoituneen tutkijan näkemyksen mukaan. Siihen on tarvittu kysymyksestä riippuen neljästä viiteen samaan asiaan viittaavaa näkemystä. Liitteessä 3. olevaan taulukoon on merkitty vihreä V-merkki kohtaan, jossa joku haastateltavista on antanut asianomaisen mielipiteen.

Tulosten perusteella haastatteluun valittu harkinnanvarainen otanta oli riittävä ja saadut vastaukset kattavat tutkimuksessa esitetyt kysymykset yhdessä aiheeseen liittyvän teorian kanssa. Puolistrukturoitu teemahaastattelu sopii hyvin valitun aihealueen tiedonhankinnan menetelmäksi. Puolustusvoimien uudisrakennushankkeet ovat edistyneet nopeasti tämän opinnäytetyön toteutuksen aikana. Tämän seurauksena haastattelussa olisi voinut painottaa myös toisen tyyppisiä kysymyksiä. Nyt toteutetun haastattelun pohjalta on kuitenkin mahdollista tehdä luotettavia johtopäätöksiä, jotka kuvaavat hyvin aiheeseen liittyvää toimenpiteitä puolustusvoimissa täällä hetkellä.

Yhdistettäessä aiheesta löytyvää teoriaa ja haastattelussa saatuja tietoja voidaan todeta, että antimikrobisten pinnoitusmenetelmien käyttö on puolustusvoimissa varsin rajoittunutta. On kiistatonta, että antimikrobisilla pinnoitusmenetelmillä on saavutettavissa palvelusturvallisuuteen suotuisasti kehittäviä vaikutuksia. Johtopäätökset luvussa on esitetty keskeiset asiasta tehdyt havainnot perusteluineen.

6.2 Tulosten luotettavuus ja laatu

Opinnäytetyön tavoitteena on ollut kartoittaa puolustusvoimien käytänteitä antimikrobisten pinnoitusmenetelmien käytössä. Tämä toteutettiin asetettujen tutkimuskysymysten ja valittujen tutkimusmenetelmien kautta. Kvalitatiivinen tutkimusmenetelmä antaa tutkijalle varsin

suuria vapauksia valita halutut käytänteet ja analysointimenetelmät. Aiheen teorian käsitte-lyssä on turvauduttu hyvin pitkälti lainsäädäntöön ja puolustusvoimien antamiin normeihin. Mikrobeihin ja antimikrobisiin menetelmiin liittyvät tiedot on otettu pääsääntöisesti ulkomaalaisista tutkimuksista ja alan kotimaisista oppikirjoista. Nämä materiaalit toimivat muun muassa lääketieteen opintomateriaaleina ja ovat vähintään lisensiaattitason henkilöiden kirjoittamia. Näitä lähteitä voidaan pitää yleisesti ottaen erittäin luotettavana.

Lähdeaineistossa on muutamia lähteitä, jotka ovat materiaalivalmistajien laatimia. Ne on otettu mukaan käsiteltävästä aiheesta saatavien esimerkkien esiin nostamiseksi. Nämä lähteet ilmentävät niiden laatijan kaupallisia tarkoituksia. Lähteissä on kuitenkin ilmoitettu tutkimukset, joihin materiaali perustuu. Näillä materiaaleilla ei kuitenkaan ole merkitystä varsinaisiin tutkimustuloksiin.

Haastatteluun valittujen henkilöiden osaaminen on todennäköisesti niin hyvää, kuin puolustusvoimien viitekehyksessä on mahdollista saada. Henkilöt ovat itse rooleissa, joka liittyy tutkittavaan asiaan. Osa heistä toimii lainmukaisessa käsketyssä ympäristöterveydenhuollon viranomaistehtävässä ja he myös osallistuvat alan normien laatimiseen. Harkinnanvaraiseen otantaan olisi riittänyt tutkijan mielestä myös kaksi henkilöä vähemmän. Tulokset olisivat olleet siinäkin tapauksessa todennäköisesti vastan kaltaisia.

Opinnäytetyö on toteutettu tehdyn suunnitelman mukaan. Erityisesti antimikrobisuuteen liittyviä lähdeaineistoja otettiin mukaan pääosin ulkomaalaisista lähteistä. Tämä johtuu siitä, että ulkomailla on tehty huomattavasti enemmän tutkimusta aiheesta kuin Suomessa. Aineistoon pääsi myös hyvin käsiksi Laurean kirjaston välityksellä. Opinnäytetyön laatuun on kuitenkin voinut vaikuttaa sen pitkä toteutusaikataulu. Työ oli tarkoitus toteuttaa kesään 2018 mennessä alkuperäisen aikataulun mukaan. Myös tutkijan omat ennakkokäsitykset tutkittavasta aiheesta voivat vaikuttaa työn laadukkaaseen toteutustapaan. Tämän vuoksi tutkija on kiinnittänyt erityistä huomiota aineiston analyysin huolelliseen suorittamistapaan.

7 Johtopäätökset ja työn arviointi

Tässä luvussa on esitetty opinnäytetyön aihealueeseen liittyvän teorian ja haastatteluissa kerättyjen tietojen perusteella tehdyt johtopäätökset. Luvun alussa on esitetty tutkimuskysymyksiin vastaukset. Sen jälkeen on tuotu esiin eri lukuihin liittyvät keskeiset johtopäätökset. Luvun loppupuolella esitetään opinnäytetyön perusteella löydetyt kehitysesitykset ja lopuksi arvioidaan työn toteutukseen liittyviä näkökohtia.

Puolustusvoimat on organisaationa levittänyt lähes koko valtakunnan alueelle. Tämä tarkoittaa sitä, että puolustusvoimien henkilöstöä löytyy kaikkien maan suurimpien taajamien läheisyydessä. Henkilöstöä kohtaa siis samat haasteet mikrobien aiheuttaman infektoitumisriskin osalta, kuin muitakin suomalaisia. Terveysten ja hyvinvoinnin laitoksen mukaan Suomessa

eniten esiintyy norovirusta ja kausi-influenssaa erityisesti loppusyksyn ja kevään välisenä ajanjaksona. Haastattelussa saatujen tietojen perusteella tämä voidaan vahvistaa myös puolustusvoimien osalta. Vuosittain puolustusvoimissa nousee muutamia kertoja esiin infektoitumisryppäitä, jotka voivat edetä epidemiaksi asti.

Ei ole yllättävää, että puolustusvoimissa kärsitään samoista infektoista, kuin muuallakin yhteiskunnassa. monet puolustusvoimissa työskentelevät henkilöt ovat perheellisiä ja heillä voi olla myös pieniä lapsia kotonaan. Herkästi tarttuvat mikrobit välittyvät lasten välityksellä helposti myös kotona oleviin aikuisiin. Kotoa mikrobit välittyvät kosketusten kautta työpaikoille, jossa ne edelleen infektoivat työyhteisöä.

Tarkasteltaessa tauteja aiheuttavien patogeenien leviämistä ja antimikrobisten pintojen vaikutusta niihin, voidaan todeta, että leviämistä voidaan hillitä varsin hyvin. Maailmalla on tehty jo vuosikymmeniä sitten useita tutkimuksia antimikrobisten pinnoitusmenetelmien vaikutuksesta mikrobeihin. Kuparia on käytetty lääketieteellisiin tarkoituksiin jo muutaman tuhannen vuoden ajan. Jo 1900-luvun alussa tiedettiin kuparin vaikuttavan tiettyihin taudinaiheuttajiin niitä tuhoavasti. Suomessa toteutettiin Sotainvalidien sairaskoti ja kuntoutuslaitoksessa Varsinais-Suomessa tutkimus, jossa todettiin kuparipintojen tappavan muun muassa MRSA- sairaalabakteereja. Haastattelujen perusteella voitiin vahvistaa, että antimikrobisilla materiaaleilla voidaan taistella mikrobeja vastaan. Puolustusvoimissa ei kuitenkaan ole määrätietoisesti asiaa tutkittu sen enempää.

Puolustusvoimissa on käytetty antimikrobisia materiaaleja koko sen olemassaolon ajan. Materiaaleja ei ole kuitenkaan käytetty antimikrobisuuden vuoksi. Materiaalien käyttöön liittyvät syyt ovat olleet huomattavasti maallisempia. Erityisesti kupari ja messinki omaavat luontaisia antimikrobisia vaikutuksia. Nämä metallit myös näyttävät ihmissilmään tyylikkäältä, joten niitä on käytetty edustavuutta vaativissa pinnoissa. Tällaisia pintoja ovat esimerkiksi oven kahvat ja tiskien pinnat. Unohtaa ei tietenkään voi laivakelloja ja vanhoja kompassinjalkoja, jotka nykyään koristavat paikkoja lähinnä rakennusten auloissa.

Tutkittaessa puolustusvoimissa käytettävien antimikrobisten pinnoitusmenetelmien käyttöä, on silmiinpistävää niiden vähäisyys. Tarkasteltaessa lainsäädännöstä ja puolustusvoimien omista ohjeista voidaan todeta, että varsinaisten antimikrobisten pinnoitusmateriaalien käytöstä ei ole olemassa velvoittavia vaatimuksia. Myös toteutettujen haastattelujen valossa ei löydetty todisteita, että asiasta olisi olemassa ohjeita tai käskyjä. Tätä ei sinällään voida pitää yllättävänä. Puolustusvoimat noudattaa kaikkia eri viranomaisten antamia määräyksiä. Antibakteerisuus ei kuitenkaan perustu lakeihin, asetuksiin tai organisaation itsensä luomiin normeihin. Puolustusvoimien antimikrobisuuteen perustuvat ohjeet ovat pääsääntöisesti Sotilaslääketieteellisen keskuksen antamia ja ne sisältävät ohjeet terveydenhuoltotiloissa toteutettavista siivous- ja desinfektointimenettelyistä tietyissä tilanteissa.

Puolustusvoimissa on käytännössä kaikissa joukko-osastoissa ja merivoimien aluksissa ruuan valmistukseen liittyviä tiloja. Näissä tiloissa on erityisiä hygieniavaatimuksia ja niitä myös valvotaan erillisen suunnitelman mukaisesti. Kyseessä on hyvin toimiva järjestelmä ilman antimikrobisia pinnoitusmateriaalejakin. Tutkimustulosten valossa on erityisesti tulevien uudisrakennuskohteiden suunnittelussa syytä ottaa huomioon näiden tekniikoiden tuomat edut.

Toimintaympäristössämme on runsaasti eri tyyppisiä mikrobeja. Osa niistä kulkee mukamme ja muuten niitä on käytännössä kaikissa pinnoissa, joihin voimme koskea. Näin on ollut koko maapallomme olemassaoloajan. Osa näistä mikrobeista on meille hyvin tarpeellisia, koska esimerkiksi ruuansulatuksemme tarvitsee mahalaukussa olevia mikrobeja. Ihmisille haitallisia mikrobeja eli patogeeneja on myös käytännössä aina ympäristössämme. Tutkimusten mukaan kuitenkin vain noin 50% ihmisistä sairastuu näistä taudinaiheuttajista vaikka saisimmeekin niitä limakalvoillemme. Onkin siis hyvin yksilöllistä, miten reagoimme meihin kohdistuville hyökkäyksille.

Lääketieteellisen tutkimusmateriaalin perusteella haitalliset mikrobit pääsevät elimistöömme pääsääntöisesti ihmisen oman toiminnan kautta. Tämä tapahtuu usein siten, että patogeeni tarttuu kosketuksen kautta käsiimme ja siitä se siirtyy suun tai nenän limakalvoille. On myös mahdollista, että nautimme ravintoa, jonka mukana ne siirtyvät vatsalaukkuumme. Haastattelun mukaan on varsin harvinaista, että puolustusvoimissa esiintyisi ruokaperäisiä epidemioita, jotka olisivat peräisin omasta ruuan valmistuksesta. Pikemminkin kyse on muualla suoritetusta ruokailusta, jonka seuraukset näkyvät kuitenkin mikrobin itämisajan jälkeen. Mainitun kaltaisessa tapauksessa on suuri mahdollisuus siihen, että oireita saanut henkilö tartuttaa myös muita henkilöitä ympärillään. Tämänkaltaisen tilanne ilmenee erityisesti kasarmi- ja alusolosuhteissa, jossa useat henkilöt joutuvat koskettelemaan samoja pintoja toistuvasti.

Mikrobit kestävät meillä vallitsevia olosuhteita vaihtelevasti. Bakteerit tarvitsevat ulkopuolisen solun lisääntyäkseen. Jos tätä solua tai muuta ravinnetta ei ole saatavissa niin ne kuolevat varsin nopeasti pois. Virukset eivät solun ulkopuolella ole varsinaisesti eläviä ja ne lisääntyvät vasta löydettyään sopivan isäntäsolun itselleen. Tutkimusten mukaan erityisesti norovirus kestää erittäin hyvin vaikeita olosuhteita. Se voi säilyä tartuntakykyisenä pitkiäkin aikoja. Norovirusta tarvitaan infektion aikaan saamiseksi myös varsin vähän. Tähän liittyy vain muutama kymmenen viruksen läsnäolo. Noroviruksesta sairastuneen henkilön ulosteesta taas on tartuntakykyisiä viruspartikkeleita taas pahimmillaan satojamiljoonia. Meillä norovirusepidemiat kuitenkin ajoittuvat talviaikaan. Muuten meilläkin olisi huomattavia epidemioita, jotka tarttuvat ulosteesta saastuneilla uimapaikoilta.

Jotta voisimme välttää meitä uhkaavat patogeenit niin hyvä käsihygienia on kaiken keskiössä. Tutkimustulosten valossa käsissämme olevista mikrobeista häviää tehokkaalla käsiinpesulla, jossa on käytetty vettä ja saippuaa. Työhygienian lähdeaineiston perusteella käsiinpesun

tulisi kestää noin 20 sekuntia, jotta siitä saadaan paras hyöty irti. Haastattelujen perusteella on syytä kiinnittää myös huomiota pesutiloista poistumiseen. Jos esimerkiksi oven vetimiä käsitellään paljailla puhtailla käsillä niin kädet todennäköisesti kontaminoituvat uudelleen. Suositeltavin keino onkin käyttää käsipyyhettä apuna ovien avaamiseen. Näin vältetään kuvatus kaltaiselta tilanteelta.

Antimikrobisia pinnoitusmenetelmiä on nykyään saatavilla useita eri tyyppisiä. Perinteiset kuparista ja messingistä tehdyt tuotteet ovat kuitenkin tehokkaimpia eri mikrobeja vastaan. Kupari tappaa tutkimusten mukaan käytännössä lähes kaikki mikrobit kahdessa tunnissa. Vaikutukset kuitenkin alkavat jo muutamassa minuutissa. Hopean käyttö antimikrobisen aineena on nykyään nostanut suosiota. Tämä johtuu siitä, että se on usein kuparimetalleja helpommin käytettävissä eri tuotteiden yhteydessä. On olemassa kuitenkin jo viitteitä siitä, että tietyt mikrobit ovat muuttuneet resistenteiksi hopealle.

Edellä mainitun perusteella voidaankin kannustaa suunnittelijoita toimimaan 1900-luvun alun suunnitteluperiaatteiden mukaisesti. On siis järkevää taistella mikrobeja vastaan esteettisesti miellyttävällä näköisillä kupari ja messinkipinnoilla uusissa ja peruskorjattavissa rakennuskohdeissa. Mainitut pinnat sopivat myös varmasti merivoimien uusiin korvetteihin. On kuitenkin huomattava, että nämäkin pinnat vaativat hoitoa ja ainakin puhdistamista, jotta ne toimisivat suunnitellulla tavalla.

Muutamia vuosia sitten Suomessa toimiva antimikrobisia huonekaluja ja sisustuselementtejä toimittava yritysrypäs aloitti näyttävän ulostulon antimikrobisten tuotteiden soveltuvuudesta julkistilojen lisäksi kotitalouksiin. Alkuinnostuksen jälkeen näihin tuotteisiin liittyvää mainontaa ei juurikaan enää näy. Varsinaiset tuotteet ovatkin muuttumassa antimikrobisuuden osalta nanomateriaaleja sisältäviksi tuotteiksi, jossa antimikrobisuus on tuotu tuotteeseen nanomateriaalin mukana. Tällä hetkellä näin on menetelty muun muassa monien kankaiden, maalien ja lakkojen osalta.

Palvelusturvallisuuden näkökulmasta antimikrobisten materiaalien osalta ei ole puolustusvoimissa annettu mitään ohjeistusta. Lähdeaineiston ja haastattelussa saatujen tietojen perusteella ainoat vaatimukset tulevat työturvallisuuslainsäädännön puolelta, joka asettaa työnantajalle vaatimuksia työn turvallisesta suorittamisesta. Normaalina ovenkahvaa ei kuitenkaan tulkita biologiseksi uhaksi, joten varsinaiset ohjeet näiltä osin ovat hyvin tulkinnan varaisia. On kuitenkin huomattava, että esimerkiksi pandemia tilanteessa, antimikrobisella pinnoituksella varustettu ovenkahva saattaa lisätä huomattavasti työturvallisuutta.

Nanoteknologia on mulistanut elämäämme monin tavoin. Valtaosa tästä teknologiasta on läsnä jokapäiväisessä elämässämme, vaikka emme sitä itse noteeraa. Nanoteknologia on kuitenkin muodostunut myös elämäämme helpottavaksi asiaksi ja paluuta siitä ei ole. Nanokoko-
luokassa olevia partikkeleita voidaan käyttää nykyään monipuolisesti. Erityisesti 3-d

tulostukseen liittyvät innovaatiot mahdollistavat mullistavien tuotteiden valmistamisen. Tämä tuo jatkossa myös erinomaisen mahdollisuuden taistella patogeenejä vastaan.

Palvelusturvallisuuden kannalta arvioitaessa on todennäköistä, että patogeenejä tuhoavat antimikrobiset nanomateriaalit tulevat näyttämään suurta roolia taisteltaessa tulevaisuuden infektioita vastaan. Kääntöpuolena asiassa on kuitenkin se, että mikrobit saattavat tulla resistentteiksi tietyille materiaaleille. Tämä voi aiheuttaa vaarallista turvallisuudentunnetta käyttämiimme menetelmiin liittyen.

Nanomateriaalien valmistaminen ja käyttö itsessään aiheuttaa myös riskejä. Toteutettaessa pinnoitteita tai valmistettaessa teollisesti materiaaleja, nanomateriaaleja leviää ympäristöömme. Ne ovat todennäköisesti haitallisia tai jopa vahingollisia terveydellemme. Ne voivat vaikuttaa akuutisti tai vasta pitkän ajan jälkeen esimerkiksi kehittyvinä tauteina. Nanopartikkelit joutuvat myös ympäristöömme, josta hengitämme niitä. Niitä päätyy myös ruokaketjuumme, joten me myös syömme tuotteita, johon nanopartikkeleita on kerääntynyt. Nanomateriaalit ovat monessa suhteessa asia, joka auttaa meitä suuresti. Se saattaa kuitenkin myös tappaa meidät, vaikka emme sitä itse tiedosta.

Opinnäytetyössä kerätyn lähdeaineiston ja haastattelututkimuksessa saatujen tietojen valossa on selvää, että antimikrobisilla pinnoitusmenetelmillä voidaan saavuttaa parempaa palvelusturvallisuutta olemassa olevaan tilanteeseen verrattuna. Tämä edellyttää kuitenkin aina tapauskohtaista harkintaa. Antimikrobisilla pinnoilla ei saavuteta etua paikoissa, jossa on kova ja jatkuva käyttöaste. Paikoissa, jossa käyttöaste katkeaa muutamiksi tunneiksi kerrallaan tai pidemmäksi ajaksi on saavutettavissa huomattavia hyötyjä.

Tämän opinnäytetyön ulkopuolelta toteutettiin kerätyn materiaalin perusteella prosessi, jossa suunnitelmallisesti auditoidaan haluttuja kohteita hygieniaturvallisuuden kannalta kriittisten kohteiden löytämiseksi. Auditoinnin aluksi kerätään ennakkotietoina kohteen käyttöasteeseen liittyviä tietoja. Suoritettavan järjestelmällisen auditointikävelyn myötä löydetään kohteita, jossa antimikrobiset pinnoitteet tuovat todennäköisesti huomattavaa hyötyä henkilöstön palvelusturvallisuuden parantumisen myötä. Auditoinnin perusteella laaditaan kohteelle pöytäkirja, jossa on esitetty suositeltavat parannuskohteet materiaali- ja hinta-arvioineen.

Auditointeja suoritettiin puolustusvoimien kohteissa merivoimien miinalaivaan, Kaartin Jääkäriyrykmentin toimistorakennukseen Santahaminassa ja Panssaroituun miehistönkuljetusvaunuun Karjalan Prikaatissa. Auditoinnin soveltuvuutta puolustusvoimien ulkopuolelle todennettiin suorittamalla auditointitapahtuma Suomen ääni- ja kuvatalennetuottajien toimistoympäristöön Helsingissä. Auditointi osoittautui toimivaksi kaikissa ympäristöissä.

Opinnäytetyössä havaittujen seikkojen valossa esitetään, että puolustusvoimat ottaa käyttöön suunnitelmallisesti antimikrobisia pinnoitusmenetelmiä ja materiaaleja. Tämä voidaan

toteuttaa sellaisissa paikoissa, jossa käyttöaste ja henkilöstömäärä sitä puoltavat. parhaimmillaan tällä saavutetaan säästöjä kun henkilöstön poissaolot vähenevät. Menettelyllä voidaan saavuttaa myös operatiivista suorituskykyä, kun joukot eivät sairastu kriittisellä hetkellä. Käytännössä kyseisten menetelmien käyttöönotto voidaan suorittaa viemällä vaatimukset niiden käytöstä ympäristöterveydenhuollon ohjeisiin ja määräyksiin.

Yhtenä kehittämiskohteenä työpaikoille voi olla myös niin sanotun flunssabarometrin käyttö työpisteellä. Tässä barometrissä työtekijä, jolla itsellään on infektoitumisoireita asettaa näkyvällä paikalla olevaan barometriin työpisteensä punaiseksi. Mainitussa tilanteessa tehostetaan siivousta ja desinfektointivälineiden käyttöä. Jos työpaikalla on useita punaisia työpisteitä niin lisätään suojaustoimenpiteitä. Mainitulla toiminnalla estetään todennäköisesti mikrobien välittyminen muille henkilöille. Kyseisellä toimenpiteellä on todennäköisesti myös työviihtyvyyttä lisäävä vaikutus. Se ei sovellu työpaikkoihin, jossa on paljon henkilöstöä tai toimitaan laajoilla alueilla. Tätä ajatusta saa kuitenkin kehitellä eri paikkoihin soveltuvaksi.

Arvioitaessa opinnäytetyön toteutusta on käsiteltävä niin tiedon hankkimiseen, kuin sisällön tuottamiseenkin liittyviä näkökulmia. Työn tekeminen aloitettiin jo kurssin alkuvaiheessa. Kuitenkin erinäisistä syistä johtuen, sen valmistumista on odotettu lähes kaksi vuotta. Tästä on ollut kuitenkin se hyöty, että materiaalia on voitu kerätä monipuolisesti ja pitkäjännitteisesti asiaan liittyen. Aihe on ollut opinnäytetyön tekijälle tuttu jo vuosia. Tämä johtuu siitä, että erityisesti kriisinhallintatehtävissä hygieniaturvallisuus korostuu ja tutkimuksen tekijä on saanut omakohtaisia kokemuksia aiheesta kyseisissä tehtävissä. Todennäköisesti myös jokainen lukija on jossain vaiheessa elämänsä saanut kokea mikrobien ikäviä ominaisuuksia turistripulin muodossa.

Opinnäytetyön alkumetreillä oli varsin selvää, että tutkimus olisi kvalitatiivien tutkimusmuodoltaan ja metodina käytettäisiin teemahaastattelua. Tämä johtui siitä, että tutkijalla oli tiedossa hyviä lähteitä jo valmiiksi. Osa näistä henkilöistä on tuttuja jo vuosien takaa, joka aiheuttaa haasteita haastattelutilanteeseen. Haastateltava saattaa olla liikaa tutkijan mielipiteiden vietävänä ja näin materiaalista tulee väritynyttä. Ongelmana voidaan kokea myös se, että tutkijalla oli voimakas hypoteesi jo valmiiksi tutkimusaiheesta. Näiden haasteiden vaikutusta pyrittiin kuitenkin minimoimaan hakemalla kaikelle esitetylle asialle riittävät tieteelliset perusteet. Tutkimuksen mielenkiintoisin vaihe oli saatujen tietojen analysointiprosessi.

Opinnäytetyön suunnitteluvaiheessa oli tarkoitus tuottaa lopputuotteena analysointityökalu hygieniaturvallisuusriskien havainnointiin. Tällainen työkalu toteutettiin, mutta se päätettiin jättää tämän opinnäytetyön aihealueen ulkopuolelle. Tämä päätös tehtiin yhteistyössä työn valvojan kanssa. Tämä johtuu siitä, että kyseisellä prosessilla on mahdollisesti myös kaupallista merkitystä. Työkalua kuitenkin päästiin kokeilemaan muutamissa kohteissa ja se osoittautui toimivaksi.

Lähdeaineiston hankinnassa voitiin havaita, että erityisesti ulkomaalaista tieteellistä tutkimusta ja oppikirjoja on aiheesta runsaasti saatavissa. Materiaalia on saatavissa myös tuotteita valmistavien yritysten kautta. Nämä eivät tieteellisessä mielessä ole mielekkäitä aineistoja, mutta niistä saa kuitenkin malleja todellisista tuotteista. Näin ollen joitakin asioita niistä nostettiin esiin.

Opinnäytetyö rajattiin koskettelemaan puolustusvoimien viitekehyksessä tapahtuvaan antimikrobisten pinnoitusmenetelmien käyttöä. Tämä tehtiin sen vuoksi, että siinä havaittiin kehittämistarpeita ja sillä on vaikutusta myös palvelusturvallisuuskulmasta. Työ toteutettiin yhteistyössä työelämän kanssa ja kokemuksesta oli varmasti molemmille osapuolille hyötyä. Kiinnostavaa on myös se, että palvelusturvallisuuden parantuminen ei välttämättä näy mitenkään normaali työntekijälle. Mikrobithan eivät ole paljaalle silmälle näkyviä. Oli niitä sitten paikalla tai ei.

Lähteet

Painetut

Eskola, J., Huovinen, P. & Valtonen, V. 1998. Infektiosairaudet. 2. uudistettu painos. Helsinki: Duodecim.

Hakala, J. 1999. Gradu-opas. Helsinki: Gaudemus.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2010. Tutki ja kirjoita. 15.-16. painos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Hirsjärvi, S & Hurme, H. 2011. Tutkimushaastattelu. Helsinki: Gaudemus

Heino, J & Vuento, M. 2014. Biokemian ja solubiologian perusteet. Helsinki: Sanoma Pro Oy

Heinonen, J., Keinänen, A., & Paasonen, J. 2013. Turvallisuustutkimuksen tekeminen. Helsinki: Tietosanoma.

Lounamo, K., Tuuminen, T. & Kotilainen, H. 2014. Infektioiden tarttuvuustekijät. Helsinki: Duodecim

Juutilainen, V., & Hietanen, H. 2018. Haavanhoidon periaatteet. Helsinki: Sanoma Pro

Starck, J., Kalliokoski, P., Kangas, J., Pääkkönen, J. Rantanen, S., Riihimäki, V & Karhula, A-L. 2008. Työhygieniä. Helsinki: Työterveyslaitos

Vilka, H. 2015. Tutki ja kehitä. 4. painos. Jyväskylä: PS-kustannus.

Sähköiset

Antimikrobiset rakennushelat ja suomalaisyritysten yhteinen Hygiene- konsepti. Abloy. 2019. Viitattu 15.7.2019. <https://www.abloy.fi/fi/abloy/ajankohtaista/tiedotteita/uutiset-2014-2015/>

Scandinavian Copper Development Association 2019. Antimikrobinen kupari terveytemme hyvinvoinnin suojana. Viitattu 22.9.2019. <https://www.copperalliance.fi/resources/antimikrobinen-kupari/?download=please>

Clement, J & Jarret, P. 1994. Antibacterial Silver. Viitattu 20.11.2019. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2364932/pdf/MBD-01-467pdf>

Rakennustieto. 2019. Gaius-kylpyhuoneratkaisut ja tuotteet.. Viitattu 30.11.2019. https://www.rttuotetieto.fi/pob/media/resources/37861_RT-tuotekorppi_38849.pdf

Elintarvikelaki 13.1.2006/23. Viitattu 10.8.2019. <https://www.finlex.fi/fi/ajantasa/2006/20060023>

Euroopan parlamentin asetus N:o 1935/2004 27.10.2004 elintarvikkeiden kanssa kosketukseen joutuvista materiaaleista ja tarvikkeista ja direktiivien 80/509/ETY ja 89/109/ETY kumoamisesta. Viitattu 3.12.2019. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/TXT/?uri=ce-lax%3A32004R1935>

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus. (EY) N:o 852/2004 29.4.2004 elintarvikehygieniasta. Viitattu 12.10.2019 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/fi/TXT/?uri=CELEX:02004R0852-20090>

Copper Alliance. Kuparimetallit ja seokset. 2019. Viitattu 2.12.2019 <https://copperalliance.fi/kupari-ja-kupariseokset/kuparimetallit-ja-seokset/>

Puutuoteprosessit. 2019. Maalaus ja lakkaus.Edu oppimateriaalit puutuoteteollisuudessa. Viitattu 12.8.2019. www03edu.fi/oppimateriaalit/puuteollisuus/alkutekijoiden_jalostus/pintakasittely/maalaus_ja_lakkaus.html

Eläintautien vastustaminen ja valvonta. 2019. Evira. Viitattu 20.11.2019. <https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/elaintenpito/elainten-terveys-ja-elaintaudit/elaintautien-vastustaminen-ja-valvonta/>

Laitinen, K., Voutilainen, P & Santala, P. 2010. Clinical trial on using copper and brass surfaces in a hospital West-Finland using microbiological assesment. Tulostettu 22.11.2019.

Landsdown, A. 2010. Silver in Healthcare - Its Antimicrobial Efficacy and Safety in Use. London: RSC Publishing. Viitattu 4.12.2019. <https://ebookcentral.proquest.com/laurea/reader.action?docID=118689&query=antimicrobial+silver>

The International Systems of Units (SI). 2019. Bureau International des Poids et Mesures. Viitattu. <https://www.bipm.org/utilis/common/pdf/si-brochure/SI-Brochure-9-EN.pdf>

Copper Facts. Antimicrobial.2019. Copper.org.Viitattu.23.11.2019. <https://www.copper.org/education/c-facts/antimicrobia/print-category.html>

Grass, G., Rensing, G & Solioz, M. Metallic Copper as a Antimicrobial Surface. 2010. Applied and Environmental Microbiology. American Society for Microbiology. Viitattu. 22.11.2019. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3067274/>

Meurman, O. 2012. Käsihygienian mikrobiologiset perusteet. Viitattu. 2.3.2019. https://sshy.fi/vanhat/SSHY_luennot_2012/kasihygenia.pdf

- Nanoksi oy, Huolettomat pinnat kaikille. 2019. Viitattu 2.12.2019. <https://nanoksi.fi>
- Percival, S L., Bowler, P & Russell, D. Bacteria resistance to silver in wound care. 2005 .John Hospkins Infect. Viitattu. 18.7.2019. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15823649>
- Revere Antimicrobial Brass EPA 85341-2. 2011 United States Environmental Protection Agency. Viitattu 10.11.2019. https://www.3epa.gov/pesticides/chem_search/ppls/085341-00002-20110311.pdf
- Santasalo, H. Nikkelipinnoitteen irtoaminen kuparihöyrystä.2016. Metropolia. Helsinki Viitattu. 18.11.2019. <https://core.ac.uk/download/pdf/38134240.pdf>
- Shatkin, J A. 2013. Nanotechnology Health and Environmental Risks. 2nd. Edition. London: CRC Press. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/laurea/reader.action?docID=1446399&query=nanomaterial+kitchen>
- Haavainfektion hoito. 2007. Viitattu: 12.9.2019 <https://www.shhy.fi/site/assets/files/1042/ewma-haavainfektion-hoito.pdf>
- Silja Syphonya riivaavan taudin leviämisaikka selvisi- vessakäytös huolimatonta. MTV uutiset 7.6.2016. Viitattu 12.8.2019. <https://www.mtvuutiset.fi/artikkeli/silja-syphonya-riivaavan-taudin-keskeinen-leviamisaikka-selvisi-vessakaytos-huolimatonta/5932692gs.L1ljtl>
- Puolustusvoimien ympäristöterveydenhuollon valvontasuunnitelma 2019. Viitattu 14.8.2019. <https://puolustusvoimat.fi/documents/1948673/2015558/Tmparistoterveydenhuollon+valvontasuunnitelma+2019/f568c845-8cb4-4f6a-feafbe2b3ed6/Ymparistohuollon+valvontasuunnitelma+2019.pdf>
- Tartuntataudit Suomessa 2016. Terveiden ja hyvinvoinninlaitos. Viitattu 12.10.2019. https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/135229/RAP2017_5_Tartuntataudit%202016_WEB.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Tartuntatautilaki. 1227/2016 21.12.2016. Viitattu 22.10.2019. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/201620161227>
- Terveysuojelulaki. 19.8.1994/763. Viitattu 12.8.2019. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940763>
- Työturvallisuuslaki. 23.8.2002/738. Viitattu 12.9.2019. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/2002738>
- Tietoa nanopinnoituksista. 2019. Nanoksi oy. Viitattu 22.1.2019. <https://nanoksi.fi/tietoa-nanopinnoituksesta/>

Valtioneuvoston asetus työntekijöiden suojelemiseksi biologisista tekijöistä aiheutuvilta vaaroilta. 933/2017 14.12.2017 Viitattu 7.12.2019. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170933>

Ympäristöterveydenhuollon yhteinen valtakunnallinen valvontaohjelma vuosille 2020 - 2024. 2019. Valvira. Viitattu. 12.10.2019. https://www.valvira.fi/documents/14444/261236/Ymparistoterveydenhuollon_valvontaohjelma_2020_2024.pdf/6e1b09c4-c935-6482-059a-035ac95aaa22?t=1568015396747

Yleistä mikrobeista.2019. Ruokavirasto. Viitattu 12.4.2019. <https://www.ruokavirasto.fi/henkilöasiakkaat/tietoa-elintarvikkeista/elintarvikkeiden-turvallisen-kayton-ohjeet/ruokamyrkytykset/yleista-mikrobeista>

Julkaisemattomat

Merivoimat 2018. MLC Uusimaan koetoiminta antimikrobisilla maaleilla toukokuussa 2018.

Sipilä, J., Koivula, T., Mikkola, O-M. & Pulkka, P.2017. Analyysiopas. Maanpuolustuskorkeakoulu. Helsinki

PVHSMK-PE Ruokahuolto puolustusvoimissa normaalioloissa. HM603. 2016. Pääesikunta. Helsinki

PVVAROM D 1.1 Puolustusvoimien varomääräyskokoelma HL430. 2018 Pääesikunta. Helsinki

PVVAROM D 1.4 Toiminta ampuma-alueilla HJ665.14.10.2014. Pääesikunta. Helsinki

Työ ja palvelusturvallisuuden koulutusmateriaali. 2016. Pääesikunta. Helsinki

SOTLKOHJEK Työ- ja palvelusturvallisuus 002.2018. - Sotilaslääketieteen keskuksen työ- ja palvelusturvallisuuden toimintaohjelma vuosille 2019-2022. HN450. Riihimäki

SOTLKOHJEK KLP 019-2014. Terveysasemien hygieniasuunnitelma. HJ1045.Sotilaslääketieteenkeskus. Helsinki

SOTLKOHJEK KLP 009.2013. MRSA bakteerin hoito-ohje varuskuntien terveysasemille. HJ919. Sotilaslääketieteenkeskus. Lahti

SOTLK Elintarvike- ja vesivälitteisten ruokamyrkytysten tai infektioiden aiheuttajia.2017. HI707. Sotilaslääketieteenkeskus. Riihimäki

SOTLK. 2019. Terveysaseman toimenpiteet tartuntataudeissa ja epidemioissa. BP8493. 20.5.2019. Sotilaslääketieteenkeskus. Riihimäki

Haastattelut

Anteroinen, J. 2019. Rannikkolaivaston komentajan haastattelu. 22.11.2019-. MLC Uusimaa. Turku

Halenius, J. 2017. Merivoimien varoinsinöörin haastattelu. 3.2.2017. Merivoimien esikunta. Turku

Myllylä, M.2018. Sotilaslääkärin haastattelu. 22.5.2018. MLC Uusimaa merellä

Määttänen, P. 2019. Kaartin Jääkärirykmentin tutkimusupseerin haastattelu. 22.9.2019. Kaartin Jääkärirykmentti. Helsinki

Rautio, S. 2017. Tutkimusupseerin haastattelu. 9.2.2017. Maanpuolustuskorkeakoulu. Helsinki

Sovijärvi, A. 2019. Puolustusvoimien ylieläinlääkärin haastattelu 15.11.2019. Pääesikunta. Helsinki

Sjöman, M. 2018. Merivoimien eläinlääkärin haastattelu 13.4.2018. Rannikkolaivasto. Turku

Kuviot: Kuva 1: Kuparin vaikutus bakteeriin

Liitteet

Liite 1: Puolustusvoimissa esiintyviä patogeenejä ja niiden ominaisuuksia	66
Liite 2: Kuparin vaikutus mikrobeihin.....	67
Liite 3: Haastattelukysymysten vastauksia teemoittain.....	68

Liite 1: Puolustusvoimissa esiintyviä patogeenejä ja niiden ominaisuuksia

Mikrobi:	Itämissaika:	Oireet:
<i>Bacillus cereus</i>	oksennusmuoto 1-6h	oksennus, pahoinvointi kesto 12-24 h
<i>Bacillus cereus</i>	Ripulimuoto 8-24 h	voimakas vetinen ripuli kesto n 24h
<i>Clostridium botolium</i> tyypit A,B,E ja F	2h - 8 vrk tavallisesti 12-36 h	huimaus, väsymys, näkö-, puhe- ja niele- misvaikeudet, lihasheik- kous, hengityselinten halvaus, mahdollinen kuolema 3-10 vrk:n ku- luessa
<i>Escherichia coli</i> (EHEC serotyyppi O157:H7)	3-9 vrk, tavallisesti 4 vrk	verinen ripuli, kesto noin 2-9 vrk
Kampylobakteerit	2-7 vrk	ripuli, vatsakivut, pään- särky, Ripulivaiheen kesto n 2-3 vrk
<i>Listeria monocytogenes</i>	1 vrk - 6 vkoa	flunssa, kuumeinen ylei- sinfektio, aivokalvontu- lehdus
Salmonellat	7-28 vrk	kuumeinen yleisinfek- tio, ripuli, pahoinvointi, toipuminen 1-8 vkoa
<i>Staphylococcus aureus</i>	1-7h tavallisesti 2-4 h	äkillinen pahoinvointi, oksentelu, ripuli, voi- makkat vatsakivut, toi- puminen 1-2 vrk:ssa
Norovirus	12- 48 h	oksentelu, ripuli, kuume, lihassärky, kesto 1-3 vrk
Hepatiitti A	2-8 vrk tavallisesti 25- 30 vrk	kuume, ripuli, pahoin- vointi, oksentelu, kel- taisuus, maksavaurio
Giardia spp.	2-3 vkoa	ylävatsakivut, kuume, yliherkkyysoireet, ri- puli, oireiden kesto viikkoja

Lähde SOTLK HI707 Elintarvike- ja vesivälitteisten ruokamyrkytysten tai infektioiden aiheuttajia

Liite 2: Kuparin vaikutus mikrobeihin

Kontaktissa kuolevien mikrobien tuhoutumisajat kuparilla:

Mikrobi:	Materiaali:	Tuhoutumisaika:
Salmonella enterica	Kupari	4 h
Campylobacter jejuni	Kupari	8 h
Escherichia coli O157	Kupari	65 min
MRSA (NCTC10442)	Kupari	45 min
Listeria monocytogenes Scott A	Kupari	60 min
MRSA	Kupari	180 min
Influenza A Virus (H1N1)	Kupari	6 h
Enterococcus Hirae ATCC 9700	Kupari	90 min

Lähde (Grass, G. ym. 2011, 1544)

Liite 3: Haastattelukysymysten vastauksia teemoittain

Aktiiviset toimet mikrobeja vastaan	Käsienpesu ✓✓✓✓✓	Tietoiskut ✓	Rokotukset ✓✓✓
Todennäköisimmät mikrobit	Norovirus ✓✓✓✓✓	Influenssavirus ✓✓✓✓	Ei tietoa ✓
Patogeenien todennäköisimmät leviämistiet	Matkapuhelimet ja kaukosäätimet ✓✓	Vetimet ja kahvat ✓✓✓✓	Henkilökontakti pv:n ulkopuolelta ✓✓✓✓

Riskiteeman vastausten ryhmittely:

Käytetty menetelmä	Desinfektoiva pesuaine ✓✓✓✓✓	Virkon S ✓✓	Etanolipohjaiset desinfektioaineet ✓✓✓✓
Poissaolojen seuranta	Seuraan valtakunnallisesti ✓✓✓✓✓	Seuraan varuskunnallisesti ✓✓✓✓	En seuraa ✓
Antimikrobisten pinnoitusmenetelmien käyttö puolustusvoimissa	Ei käytetä tietoisesti ✓✓✓✓✓	Käytetään vaatetusmateriaalissa ✓✓✓	Käytetään kuparia vesijohdoissa ✓

Suorituskykyteeman vastausten ryhmittely:

Mikrobien aiheuttama uhka pv:lle	Epidemia ✓✓✓✓	Pandemia ✓✓✓✓	Asekäyttö/ hybridikäyttö ✓✓✓✓✓
Rakennusprojektien ohjeistaminen antimikrobisten näkökulmien valossa	Lainsäädäntö ja pv:n normit ✓✓✓✓	Ympäristöterveydenhuollon normit ✓✓✓✓	Naton:asiakirjat, luokituslaitosten määrittelyt ✓✓✓
Osallistuminen uusien rakennushankkeiden suunnitteluun	Kyllä ✓	Ei ✓✓✓✓✓	Elintarviketilojen osalta kyllä ✓✓✓

Vihreillä merkeillä on esitetty ne vastauskohdat, joihin on saatu kohtaan liittyviä mielipiteitä.