



LAPIN YLIOPISTO  
UNIVERSITY OF LAPLAND

# NCU-vaatejärjestelmän merinovillaisen alusvaatetopin kehittäminen



Lapin yliopisto, Muoti ja tekstiilisuunnittelu  
Pro gradu -tutkielma

Tutkimuslupa AV30655/29.10.2025

Tanya Koivisto

24.5.2026



Lapin yliopisto

Tiedekunta: Taiteiden tiedekunta

Työn nimi: NCU-vaatejärjestelmän merinovillaisen alusvaatetopin kehittäminen

Tekijä: Tanya Koivisto

Koulutusohjelma / opetuskokonaisuus / oppiaine: Muoti- ja tekstiilisuunnittelu

Ohjaaja: FT Johanna Oksanen

Työn laji: Pro gradu -tutkielma

Sivumäärä, liitteiden määrä: 52 sivua, 6 liitettä

Vuosi: 2026

Avainsanat: NCU-vaatejärjestelmä, merinovilla, luonnonkuidut, neulokset, käyttömukavuus

Tiivistelmä:

Tämän pro gradu -tutkielman tavoitteena oli kehittää Suomen Puolustusvoimien NCU (Nordic Combat Uniform) -vaatejärjestelmään kuuluvan merinovillaisen alusvaatetopin materiaalin ja rakenteen toimivuutta. Tutkimuksessa tarkasteltiin materiaalin ja rakenteen vaikutusta vaatteen käyttömukavuuteen, istuvuuteen ja käytettävyyteen. Tutkimus toteutettiin laadullisena tutkimuksena, jonka keskeinen aineisto koostui aiemmin kandidaatintutkielmaa varten kerätystä kyselyaineistosta. Lisäksi tutkimuksessa hyödynnettiin Puolustusvoimien vaatehuollon sekä tekstiilialan ammattilaisten näkemyksiä.

Tulosten perusteella topin toimivuudessa ilmeni puutteita, eikä se vastannut käyttötarkoitustaan. Keskeisimpänä haasteena oli topin riittämätön tukevuus. Materiaalin, saumojen ja pesulappujen aiheuttama ihoärsytys, materiaalin läpikuultavuus sekä malliin ja rakenteeseen liittyvät haasteet heikensivät käyttömukavuutta. SFS-EN ISO 15025:2016-standardin mukaisesti materiaalit eivät saa kuumuuden vaikutuksesta sulaa iholle, mikä tulee huomioida materiaalien ja rakenteiden kehitystyössä. Kehitysehdotuksena esitetään kaksikerrosneulosrakennetta tai kahdesta päällekkäisestä kankaasta muodostuvaa rakennetta, jossa ihoystävällinen kangaskuitu sijoittuu sisäpinnalle ja merinovilla ulkopinnalle. Lisäksi säädettävät ratkaisut voivat laajentaa kokoluokituksen soveltuvuutta erilaisille kehotyypeille. Topin tukevuuden kehittäminen edellyttää useiden tekijöiden huomioimista. Tutkimustulokset osoittavat, että NCU-alusvaatetopin jatkokehitykselle ja tutkimukselle on selkeä tarve.



LAPIN YLIOPISTO  
UNIVERSITY OF LAPLAND

University of Lapland

Faculty of Art Title of the thesis: Development of material and structural solutions for a merino wool base layer bra in the NCU-clothing system

Author: Tanya Koivisto

Degree Program: Fashion and Textile Design

Supervisor: PhD Johanna Oksanen

Type of work: Master's thesis

Number of pages: 52 pages, 6 appendices

Year: 2026

Keywords:

NCU-clothing system, merino wool, natural fibers, knitted fabrics, comfort, product development

Abstract:

This master's thesis aimed to improve the functionality of the material and structure of a merino wool base layer top included in the NCU (Nordic Combat Uniform) clothing system of the Finnish Defence Forces. The study examined the effects of the material and structure on the garment's comfort, fit, and usability. The research was conducted as a qualitative study, and the primary data consisted of survey material previously collected for a bachelor's thesis. In addition, the study utilized the perspectives of Finnish Defence Forces clothing maintenance personnel and textile industry professionals.

The results indicated deficiencies in the functionality of the top, and it did not fulfill its intended purpose. The most significant issue was insufficient support provided by the top. Skin irritation caused by the material, seams, and care labels, as well as the transparency of the material and challenges related to the design and structure, reduced wearing comfort. According to the SFS-EN ISO 15025:2016 standard, materials must not melt onto the skin when exposed to heat, which must be considered in the development of materials and structures. As a development proposal, a double-knit structure or a structure consisting of two overlapping fabric layers is proposed, in which a skin-friendly material positioned on the inner surface and merino wool on the outer surface. In addition, adjustable solutions may improve the suitability of the sizing system for different body types. Improving the support of the top requires consideration of multiple factors. The research results indicate a clear need for the further development and research of the NCU base layer top.



## Sisällys

<b>1 Johdanto</b>	<b>6</b>
<b>1.1 Tutkimuksen tausta ja lähtökohdat</b>	<b>6</b>
<b>1.2 Tutkimuslupa</b>	<b>7</b>
<b>1.3 Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset</b>	<b>8</b>
<b>1.4 Tutkimusaineisto</b>	<b>8</b>
<b>1.5 Tutkimusote ja Tutkimusmenetelmät</b>	<b>10</b>
<b>2 Sotilasvaatetuksen erityispiirteet</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Sotilasvaatetuksen keskeiset vaatimukset nykytilanteessa</b>	<b>10</b>
<b>2.2 Sotilasvaatetuksen kehityssuunnat</b>	<b>15</b>
<b>2.3 Sotilasvaatetuksen tuotekehityksen erityispiirteet</b>	<b>18</b>
<b>2.4 NCU-taisteluvaatejärjestelmä</b>	<b>23</b>
<b>3 Topin toimivuus käyttäjäkokemusten perusteella</b>	<b>34</b>
<b>3.1 Topin istuvuus ja tuki</b>	<b>35</b>
<b>3.2 Topin materiaali ja ihotuntuma</b>	<b>37</b>
<b>3.3 Topin rakenne ja käytettävyys</b>	<b>37</b>
<b>3.4 Huollettavuuden näkökulma materiaalin ja rakenteen toimivuuteen</b>	<b>38</b>
<b>4 Topin kehitysehdotukset</b>	<b>40</b>
<b>4.1 Kehitysehdotukset topin istuvuuteen ja tukeen</b>	<b>41</b>
<b>4.2 Kehitysehdotukset materiaaleihin ja käyttömukavuuteen</b>	<b>42</b>
<b>4.3 Kehitysehdotukset topin rakenteeseen ja käytettävyyteen</b>	<b>44</b>
<b>5 Yhteenveto</b>	<b>47</b>
<b>6 Pohdinta</b>	<b>50</b>
<b>Lähteet</b>	<b>53</b>



<b>Liitteet</b>	<b>58</b>
<b>Liite 1. Tutkimuslupahakemukset</b>	<b>58</b>
<b>Liite 2. Kyselytutkimuslomake</b>	<b>64</b>
<b>Liite 3. Puolustusvoimien vaatehuollon haastattelu</b>	<b>66</b>
<b>Liite 4. Puolustusvoimien vaatehuollon haastatteluanalyysi</b>	<b>71</b>
<b>Liite 5. Kokeellisessa tutkimusprosessissa käytetyt lankayhdistelmät</b>	<b>74</b>
<b>Liite 6. Neulenäytteissä käytetyt lankayhdistelmät sekä analyysi</b>	<b>75</b>

# 1 Johdanto

## 1.1 Tutkimuksen tausta ja lähtökohdat

Tässä tutkimuksessa tarkastelen Suomen Puolustusvoimien Nordic Combat Uniform (NCU) -vaatejärjestelmään kuuluvan merinoalusvaatetopin materiaalin ja neulosrakenteen toimivuutta sekä sen kehittämismahdollisuuksia. Tutkimuksen lähtökohdat perustuvat henkilökohtaisen ja ammatillisen kiinnostuksen lisäksi varustekehityksen ajankohtaisuuteen sekä maailman nykytilanteeseen, joka korostaa kestävien ratkaisujen merkitystä. Ammatillinen suuntautumiseni Lapin yliopiston, muodin ja tekstiilisuunnittelun koulutusohjelmassa sekä oma palvelukseni Sodankylän Jääkäriprikaatissa palveluserässä II/99 ovat herättäneet kiinnostukseni sotilasvaatetuksen varuste- ja materiaalikehityksen tutkimiseen sekä laajemmin suomalaisen tekstiiliteollisuuden tarkasteluun huoltovarmuuden näkökulmasta. (Huoltovarmuuskeskus, 2023, 2023.)

Tutkimukseni keskeisenä aineistona on aiemmin kandidaatintutkielmaa (Koivisto, 2025) varten kerätty käyttäjälähtöinen kyselyaineisto. Lisäksi hyödynsin tutkimuksessa tekstiilialan ammattilaisten näkemyksiä sekä Puolustusvoimien vaatehuollon asiantuntijoiden haastatteluja.

Nordic Combat Uniform (NCU) -vaatejärjestelmä on keskeinen osa Puolustusvoimien varustekehitystä, ja käyttökokemukset mahdollistavat järjestelmään kuuluvien varusteiden ja tekstiilien kehittämisen. NCU-taisteluvaatejärjestelmän kehittäminen käynnistyi vuonna 2016, ja vuonna 2023 uusi M23-asu (Nordic Combat Uniform) otettiin käyttöön Suomen pohjoisissa joukko-osastoissa, Jääkäriprikaatissa (Rovaniemi, Sodankylä), Lapin lennostossa sekä Lapin Rajajääkärikomppaniassa. (Puolustusvoimien logistiikkalaitos, 2022; NCU Group, 2026.)

Varustekehittämisellä ja NCU-taisteluvaatejärjestelmällä on pyritty vastaamaan taistelijan ja muuttuvan toimintaympäristön tarpeisiin, tavoitteena toiminnallinen ja yhtenäinen varustekokonaisuus. Samalla kehitystyö on edistänyt yhdenvertaisuutta, ja järjestelmään kuuluva alusvaatetoppi on ollut toivottu naispuolisten varuspalvelusta suorittavien näkökulmasta. (Puolustusvoimien logistiikkalaitos, 2022; Grönholm, 2024).

Naisten vapaaehtoiseen asepalvelukseen astuu vuosittain noin 1 500 henkilöä, ja määrää pyritään kasvattamaan noin 2 000 henkilöön (Puolustusvoimat 2024b). Väestörakenteen muutokset ja tarve ylläpitää riittävän laajaa reserviä korostavat naisten roolia osana

maanpuolustusta. Syntyvyys on vähentynyt viime vuosikymmenten aikana noin 20 prosenttia, ja samanaikaisesti suuret ikäluokat poistuvat reservistä. (Tilastokeskus 2024). Tämä kehityssuunta korostaa tarvetta suunnitella varusteita, jotka vastaavat paremmin naispuolisten käyttäjien kehonrakennetta ja käyttötarpeita.

Sotilasvaatetuksen suunnittelussa ja materiaalivalinnoissa korostuvat käyttömukavuus, toiminnallisuus, kestävyys ja turvallisuus. Vaatetuksen, lämpötasapainon ja toimintakyvyn välistä yhteyttä on tutkittu useista eri näkökulmista. Aikaisemmissa tutkimuksissa aihealuetta on tarkasteltu esimerkiksi sotilaan toimintakyvyn, kylmäolosuhteiden sekä vaatetuksen lämmönsäätelyominaisuuksien näkökulmista. Esimerkiksi Härkönen (2025) on tarkastellut teknisen toimintaympäristön merkitystä sotilaan toimintakyvylle, kun taas Rissanen, Kyröläinen ja Santtila (2021) ovat tutkineet kylmäolosuhteiden vaikutuksia lämmönsäätelyssä. Lisäksi Haworth ym. (2022) osoittavat tutkimuksessaan, että vaateen istuvuus ja rintojen tuki vaikuttavat merkittävästi käyttömukavuuteen ja suorituskykyyn. Kadolph (2014) korostaa materiaalivalintojen merkitystä elinkaaren ja huollettavuuden kannalta, ja Fowler, Fowler & Lorenz (2019) tuovat esiin merinovillan myönteisiä vaikutuksia ihon hyvinvointiin ja käyttömukavuuteen.

## 1.2 Tutkimuslupa

Tälle pro gradu -tutkimukselle on saatu ensimmäinen tutkimuslupa Puolustusvoimilta keväällä 2024 sekä jatkolupa vuonna 2025. Tämän tutkimuksen arkistointitunnus on AV30655/29.10.2025 (Liite 1). Lupa on henkilökohtainen, määräaikainen ja koskee vain kyseistä tutkimussuunnitelmaa.

TLIV-aineistosta voidaan tarvittaessa laatia erillinen liite, jota ei luovuteta oppilaitokselle, kun taas TLII- ja TLIII-tasoisia tietoja ei saa käyttää tutkimuksen liitteinä. Puolustusvoimat voi lisäksi vaatia raportista poistettavaksi kohdat, joiden katsotaan vaarantavan maanpuolustuksen etua 24 § mukaisesti.

NCU-taistelujärjestelmäkokonaisuus otettiin käyttöön vuonna 2023, Rovaniemen ja Sodankylän Jääkäriprikaatissa, Lapin lennostossa sekä Lapin rajavartiostossa (Puolustusvoimien logistiikkalaitos 2022). Tutkimuksessa käytetyt tekniset materiaalitiedot perustuvat Puolustusvoimien järjestelmäkeskuksen talous- ja lääkintämateriaalisektorin asiantuntijatietoon sekä tekstiilialan ammattilaisten kanssa käytyihin

asiantuntijahaastatteluihin. Tämä pro gradu -tutkimus on tarkastutettu ja hyväksytetty Puolustusvoimilla ennen sen luovuttamista oppilaitokselle.

### 1.3 Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset

Tämän tutkimuksen tavoitteena on tuottaa materiaali- ja rakenteellisia kehitysehdotuksia NCU-vaatejärjestelmän naispuolisten varusmiesten alusvaatetoppiin, Puolustusvoimien asettamat säädökset ja vaatimukset huomioiden.

Tutkimustavoitteeni perusteella vastaan kysymyksiin siitä 1) millainen on NCU-vaatejärjestelmään kuuluvan alusvaatetopin materiaallinen ja rakenteellinen toimivuus ja käyttömukavuus ja siitä, 2) miten NCU-vaatejärjestelmään kuuluvan alusvaatetopin materiaalisia ja rakenteellisia ratkaisuja voisi kehittää niin, että sen toiminnallisuus ja käyttömukavuus paransivat Puolustusvoimien vaatimukset täytenä.

Vastaan alusvaatetopin materiaalista ja rakenteellisesta käyttömukavuudesta esitettyyn tutkimuskysymykseen pääosin kandidaatintutkielmaani varten toteuttamani kyselytutkimuksen aineiston ja analyysin perusteella. Tutkimuksen pääkysymyksessä tarkastellaan useiden toisiaan täydentävien näkökulmien kautta. Näitä ovat alusvaatetoppiin soveltuvien kuitumateriaalien ja rakenteiden arviointi paloturvallisuusvaatimukset huomioiden, neulosrakenteen ja mallin vaikutus vaatteen tukevuuteen, toiminnallisuuteen ja mittapysyvyyteen sekä materiaalien ja rakenteiden kestävyys toistuvia huoltoprosesseja. Topin toiminnallisuuden, rakenteellisen toimivuuden ja käyttömukavuuden parantamiseksi esitän muun muassa kuitumateriaaleja ja niiden mahdollisia yhdistelmiä sekä topin malliin ja neulosrakenteiden ominaisuuksiin liittyviä kehitysajatuksia. Pyrin kokoamaan tutkimusaineiston pohjalta suuntaa antavia ja toimivia kehitysehdotuksia.

### 1.4 Tutkimusaineisto

Tutkimuksen keskeisenä aineistona on aiemmin kandidaatintutkielmaa (Koivisto, 2025) varten kerätty käyttäjälähtöinen kyselyaineisto. Lisäksi hyödynsin tutkimuksessa tekstiilialan ammattilaisten näkemyksiä sekä Puolustusvoimien vaatehuollon asiantuntijoiden haastatteluja. Näiden avulla sain arvokasta tietoa mm. materiaalien kestävyydestä, huollettavuudesta ja elinkaaren hallinnasta. NCU-vaatejärjestelmän uutuuden vuoksi siitä on toistaiseksi saatavilla

rajallisesti aiempaa tutkimustietoa ja käyttäjäkokemuksiin perustuvaa aineistoa. Asiantuntijahaastattelut ja muut asiantuntijalähteet täydensivät käyttäjäkyselyä ja tukivat tutkimuksen kehittämisehdotusten muodostamista.

Alun perin kandidaatintutkielman yhteydessä kerätty kyselyaineisto toteutettiin sähköisellä Webropol-kyselylomakkeella 02.12.2024 (Koivisto, 2025; Liite 2). Kohderyhmänä olivat Suomen Puolustusvoimien Lapin pohjoisissa palvelusyksiköissä palvelevat naispuoliset varusmiehet. Toteutin kyselyn anonymisti, ja kyselylinkki välitettiin vastaajille kahden Puolustusvoimissa työskentelevän henkilön kautta, vastaajien anonymiteetin varmistamiseksi. Kyselyyn vastasi 20 kpl, iältään 19–25-vuotiaista naispuolista varusmiestä, saapumisestä I–II/24. Kyselylomakkeen monivalinta- sekä avoimilla kysymyksillä kartoitin käyttäjien kokemuksia NCU-vaatejärjestelmään kuuluvan alusvaatetopin toimivuudesta. Analysoin vastaukset laadullisella sisällönanalyysillä, tunnistaakseni toistuvia teemoja ja käyttäjäkokemuksia. Aineisto muodosti perustan materiaalien ja rakenteiden jatkotarkastelulle sekä kokemuksiin pohjautuville kehitysehdotuksille.

Tätä tutkimusta varten Puolustusvoimien vaatehuollon asiantuntijat tarjosivat arvokasta tietoa siitä, miten materiaalit ja rakenteet kestävät teollista pesuprosessia, toistuvia huoltotoimenpiteitä ja kuluttavaa mekaanista rasitusta. Heidän näkemyksensä auttavat ymmärtämään materiaalien elinkaaren hallintaa, kestävyyttä ja huollettavuuden merkitystä niin useasta näkökulmasta. Lisäksi haastattelut toivat esiin käytännön kokemuksia siitä, miten materiaalit käyttäytyvät huollon aikana tai millaista korjaustarvetta huollettavissa vaatteissa esiintyy. Nämä havainnot voivat jäädä laboratorio- tai kenttäkokeissa huomaamatta.

Kokonaisuutena nämä haastattelut laajentavat ja syventävät tutkimuksen perusteena olevaa kyselyaineistoa, mahdollistaen kattavamman ja moniulotteisemman tarkastelun NCU-vaatejärjestelmään kuuluvan alusvaatetopin materiaalien ja rakenteellisten ratkaisujen kehittämistarpeista. Tutkimus tuottaa konkreettisia kehitysehdotuksia, jotka pohjautuvat sekä käyttäjien että alan asiantuntijoiden monipuoliseen kokemukseen ja tietämykseen.

Tutkimuksen tueksi toteutin myös laadullisen kokeellisen työn (Liite 5,6), jossa valmistin yhteistyössä teknisen avustajan kanssa neulosnäytteitä eri kuitu- ja rakenneyhdistelmistä. Näytteitä arvioitiin aistinvaraisesti, ja kokeellinen työ toimi oman ymmärrykseni välineenä materiaalien ja neulosrakenteiden ominaisuuksista, välineistä sekä havainnollistamaan koko tutkimuksen kokonaisuutta. Tämä kokeellinen tutkimisprosessi on ollut keskeinen väline oman

tutkijanäkökulman muodostamisessa ja sen avulla kykenin ymmärtämään teoreettisen tiedon ja käyttäjäkokemusten analyysin sekä eri materiaaliominaisuudet ja rakenteet. Tämä tuki kehitysehdotusten laadintaa, tutkimuksen päätavoitetta.

## 1.5 Tutkimusote ja Tutkimusmenetelmät

Toteutin tutkimuksen laadullisena ja kehittämisorientoituneena tutkimuksena, jossa tarkastelin Puolustusvoimien NCU-vaatejärjestelmään kuuluvaa alusvaatetoppia. Tutkimusote painottui käytännönläheiseen tarkasteluun, jonka tavoitteena oli muodostaa aineiston analyysin pohjalta kehittämissuhteita alusvaatetopin toimivuuden parantamiseksi suhteessa käyttäjien tarpeisiin, käyttötilanteisiin ja huollettavuuden vaatimuksiin.

Hyödynsin tutkimuksessa laadullista tutkimusotetta, joka soveltuu kokonaisvaltaiseen tarkasteluun ja mahdollistaa tutkittavan kohteen ymmärtämisen useasta näkökulmasta (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara, 2009). Tarkastelin erityisesti materiaalien ominaisuuksia ja toimivuutta, rakenteellisia ratkaisuja sekä niiden yhteisvaikutuksia vaateen käyttökontekstissa.

Toteutin tutkimuksen monimenetelmällisesti yhdistämällä useita aineistonkeruumenetelmiä. Puolustusvoimien oma kyselytutkimus (Liite 2), oma vuonna 2024 kandidaatintutkimukseni suorittamani kyselytutkimus muodostivat keskeisen taustatiedon. Hyödynsin myös julkaistuja tutkimuslähteiden tietoja, asiantuntijahaastatteluja (Liite 3,4) sekä tekstiilialan ammattilaisten asiantuntijalausuntoja. Useiden menetelmien yhdistäminen mahdollisti ilmiön tarkastelun eri näkökulmista ja vahvisti tutkimuksen luotettavuutta. Analysoin aineistot sisällönanalyysin avulla, jonka kautta tunnistin keskeisiä teemoja ja toistuvia ilmiöitä. (Tuomi & Sarajärvi, 2018.)

## 2 Sotilasvaatetuksen erityispiirteet

### 2.1 Sotilasvaatetuksen keskeiset vaatimukset nykytilanteessa

Puolustusvoimien kaltaisessa laajamittaisessa organisaatiossa vaatetus- ja materiaalihankintoja tehdään erittäin suuria määriä, tämä vaikuttaa suoraan materiaalivalintoihin ja tuotteiden suunnitteluun. Materiaalien tulee ensisijaisesti täyttää käyttäjä-, turvallisuus- ja suorituskykyvaatimukset sekä soveltua käyttötarkoitukseensa kustannustehokkaasti.

Suunnittelussa painottuvat kokonaisuuden toimivuus, pitkä käyttöikä, huollettavuus ja laajan käyttäjäjoukon tarpeet. (Puolustusvoimien asiantuntijalähde, 2026.) Puolustusvoimien vaatejärjestelmän käyttäjäkunta on laaja ja käyttöolosuhteet haastavia, minkä vuoksi myös tekstiilimateriaaleille ja rakenteille asetetaan monenlaisia vaatimuksia. Vaatetuksen tulee vastata käyttäjän tarpeisiin sekä tukea toimintaa erilaisissa ympäristöissä ja tehtävissä (Puolustusvoimat, 2013). Tärkeitä ominaisuuksia ovat käyttömukavuus, ergonomia, suojaavuus, huollettavuus sekä logistinen toimivuus. Lisäksi materiaalien ja rakenteiden tulee muodostaa toimiva kokonaisuus osana laajempaa vaatetus- ja varustejärjestelmää. (Marttila-Vesalainen & Risikko, 2005.)

Sotilaspukeutumisessa tarkoituksenmukainen vaatetus edistää käyttömukavuutta ja toimintakykyä erilaisissa käyttöolosuhteissa. Olosuhteisiin tai tehtävään soveltumattomat vaatteet voivat lisätä fyysistä kuormitusta, heikentää suorituskykyä ja aiheuttaa epämukavuutta. Lisäksi varusteiden käyttö niiden suunnitellusta käyttötarkoituksesta poikkeavalla tavalla voi heikentää niiden kestävyyttä ja toimivuutta. Sotilasvaatetuksessa eri kerrosten tulee toimia yhdessä niin, että ne tukevat liikkumista, käyttömukavuutta ja toimintakykyä. Useiden vaatekerrosten käyttö voi lisätä kitkaa ja rajoittaa liikkumista. Näiden lisäksi vaatteilta edellytetään hyvää istuvuutta, riittävää ilmanvaihtoa ja toimivaa kosteudenhallintaa. Liian tiukat tai epäsopivat vaatteet voivat aiheuttaa hiertymiä sekä heikentää vaatetuksen toimivuutta erityisesti pitkäkestoisessa ja fyysisesti kuormittavassa käytössä. Kun taas liian väljät voivat aiheuttaa vaaratilanteita ja turvallisuusriskin. (Puolustusvoimat, 2013.)

Rakenteellisissa ratkaisuissa korostuvat esimerkiksi säätömahdollisuudet, kiinnitysmekanismit, kestävyys sekä modulaaristen eri osien ja kerrosten yhteensovittaminen. Vaatteen tai varusteen tulee kestävyuden lisäksi tukea kehoa ja sen toimintaa ergonomisella rakenteella ja hyvällä istuvuudella. Käytettävyyden kannalta olennaista on myös vaatteen helppo puettavuus ja riisuttavuus. Näiden lisäksi vaatetuksen painolla on merkitystä, sillä se vaikuttaa suoraan käyttäjän fyysiseen kuormitukseen. (Puolustusvoimat, 2013; Puolustusvoimien asiantuntijalausunto, 2026.)

Materiaalien ominaisuudet voivat olla keskenään ristiriidassa, minkä vuoksi vaatetuksen suunnittelussa joudutaan usein tekemään kompromisseja. Kulutuskestävyyttä parantavat ratkaisut voivat lisätä vaatteen jäykkyyttä tai painoa, kun taas kevyet ja pehmeät materiaalit eivät välttämättä tarjoa riittävää suojaa tai rakenteellista kestävyyttä. Toiminnan luonne, työasennot ja liikkeet vaikuttavat siihen, millaisia materiaalisia ja rakenteellisia ratkaisuja

vaatetuksessa tarvitaan. Kulutukselle alttiissa kohdissa voidaan hyödyntää esimerkiksi vahvikkeita, säädettäviä rakenteita sekä lisäosien kiinnitysmahdollisuuksia. Lisäksi mitoituksen tulee soveltua mahdollisimman monenlaisille kehonmittasuhteille ja mahdollistaa eri vaatekerrosten yhteistoiminta. (Marttila-Vesalainen & Risikko, 2005; Puolustusvoimat, 2013.)

Toimintaympäristö asettaa sotilasvaatetukselle erityisiä vaatimuksia. Varusteiden tulee soveltua erilaisiin sääolosuhteisiin ja maastoihin sekä tukea sotilaan naamioitumista. Materiaalien on edistettävä käyttäjän huomaamattomuutta toimintaympäristössä, minkä vuoksi niiden ei tulisi aiheuttaa ylimääräistä ääntä tai heijastaa valoa. Ympäristönsä sulautuvat varusteet voivat pelastaa sotilaan, minkä vuoksi väritykseen ja optisiin ominaisuuksiin on kiinnitettävä erityistä huomiota. Vaatejärjestelmän on kestettävä vaativia olosuhteita ja suojattava käyttäjää ulkoisilta tekijöiltä, kuten kylmältä, kuumuudelta, tuulelta, kosteudelta, sateelta ja hyönteisiltä. Maasto-, pakkas- ja lumipukujen materiaaleilta edellytetään lisäksi vettä, öljyä ja likaa hylkiviä ominaisuuksia. (Puolustusvoimat, 2013; Puolustusvoimien asiantuntijalähde, 2026.)

Turvallisuustekijät on huomioitava myös ja kemikaali- ja paloturvallisuussäädökset asettavat materiaaleille erityisiä vaatimuksia. Materiaalien käyttäytyminen lämpökuormituksen ja kemikaalialtistuksen yhteydessä vaikuttaa suoraan käyttäjän turvallisuuteen. Materiaalien ei tulisi sulaa iholle tai ylläpitää palamista, eivätkä ne saisi aiheuttaa lisävammoja altistumistilanteissa. (Scott, 2005; Puolustusvoimat, 2013.) Lisäksi havaittavuus esimerkiksi infrapuna-alueella on huomioitava, minkä vuoksi päällyskerroksilta edellytetään häiveominaisuuksia. Puolustusvoimien huollon ohjeistuksen mukaan maastopukujen suoja- ja häiveominaisuudet tulee säilyä käytön ja huollon aikana, minkä vuoksi pesua kotitalouksissa ei suositella. Esimerkiksi optisia kirkasteita sisältävät pesuaineet voivat heikentää materiaalien häiveominaisuuksia. (Puolustusvoimat, 2013.)

Sotilaan lämpötasapainoa säädellään lisäämällä tai vähentämällä vaatekerroksia tilanteen mukaan. Keskeistä on, että eri kerrosten materiaalit ja rakenteet mahdollistavat kosteuden siirtymisen pois iholta. Hikoilun seurauksena syntyvän kosteuden tulee kulkeutua ulospäin, jotta keho pysyy kuivana ja toimintakyky säilyy. Erityisesti pohjoisissa ilmasto-olosuhteissa kosteudenhallinta on yksi sotilasvaatetuksen tärkeimmistä ominaisuuksista, sillä toiminta sisältää usein vuorotellen voimakasta fyysistä kuormitusta ja pitkiä paikallaanoloaikoja. Tällöin vaatetuksen materiaalien ja rakenteiden on pystyttävä siirtämään kosteutta tehokkaasti pois

iholta sekä ylläpitämään riittävää lämpötasapainoa. (Puolustusvoimat, 2013; Suganthi & Senthilkumar 2017, s. 352–360.)

Vaatetusjärjestelmässä eri materiaalien ominaisuudet tukevat toisiaan. Tärkeässä roolissa ovat alus- ja päällyskerrokset, jotka vaikuttavat ratkaisevasti lämpötasapainoon ja kosteudenhallintaan. Aluskerroksen tehtävänä on siirtää kosteutta pois iholta, kun taas välikerrokset osallistuvat lämmöneristykseen ja päällyysvaatteet suojaavat ulkoisilta tekijöiltä. Toimiva vaatejärjestelmä muodostuu toiminnallisuudesta, kestävydestä, istuvuudesta, käyttömukavuudesta, turvallisuudesta, huollettavuudesta sekä kyvystä tukea työn suorittamista. (Meinander, 2011, s. 95–113; Puolustusvoimat, 2013.)

Käyttömukavuus muodostuu fyysisten, fysiologisten ja aistiperäisten tekijöiden yhteisvaikutuksesta, johon vaikuttavat muun muassa vaateen istuvuus, rakenteet ja materiaalit. Keskeinen osa käyttömukavuutta on lämpömukavuus, joka perustuu kehon lämpötasapainon säilymiseen. Ihminen tuottaa aineenvaihduntansa kautta lämpöä, ja lämpötasapaino säilyy, kun lämmöntuotanto ja lämmönluovutus ovat tasapainossa. (Meinander, 2011, s. 95–113.) Tähän vaikuttavat ympäristötekijät, kuten ilman lämpötila, säteilylämpötila, ilman liike ja ilman kosteus, mutta myös yksilölliset tekijät, kuten fyysisen toiminnan taso, aineenvaihdunta ja vaatetuksen lämpöominaisuudet. (Puolustusvoimat, 2013; Risikko & Marttila-Vesalainen, 2006.)

Toimivan vaatejärjestelmän keskeisiä ominaisuuksia ovat lämpötasapainon ylläpito, hengittävyys, kosteudenhallinta sekä suojaavuus tuulta ja kosteutta vastaan. Materiaalin rakenteeseen sitoutuva ilma toimii lämpöä eristävänä kerroksena, kun taas hengittävyys ja kosteudensiirtokyky tukevat kosteuden haihtumista iholta. Mikäli kosteus ei pääse haihtumaan, vaate tuntuu märältä ja epämukavalta, jolloin myös lämmönsäätely heikkenee. Vaatekerroksiin jäävä kosteus lisää lämmönhukkaa erityisesti kylmissä olosuhteissa. (Meinander, 2011, s. 95–113; Puolustusvoimat, 2013.)

Sotilaan lämpötasapainoon vaikuttavat fyysisen aktiivisuuden määrä, ympäristöolosuhteet ja vaatetuksen ominaisuudet. Liikkumisen aikana keho tuottaa lämpöä, kun taas levossa tai rasituksen jälkeen lämmöntuotanto vähenee ja kehon jäähtyminen lisääntyy. Kylmissä olosuhteissa kostea tai olosuhteisiin nähden puutteellinen vaate lisää lämmönhukan riskiä. Myös väsymys, energiavaje ja nestehukka heikentävät elimistön kykyä ylläpitää lämpötasapainoa. (Puolustusvoimat, 2004; Rissanen, Kyröläinen & Santtila 2021, s. 120–132.)

Tämän vuoksi materiaalien ominaisuudet korostuvat fyysisesti kuormittavissa ja vaihtelevissa toimintaympäristöissä.

Myös materiaalin tuntu, rakenteet ja vaateen mitoitus ovat tärkeä osa käyttömukavuutta. Materiaalin ominaisuudet, kuidun ja tekstiilin rakenne sekä erilaiset viimeistelykäsittelyt vaikuttavat siihen, tuntuuko vaate kuivalta, lämpimältä tai esimerkiksi hiertävältä käytön aikana. Erityisesti alusvaatteissa, iho on jatkuvassa kontaktissa materiaalin kanssa, minkä vuoksi materiaalin miellyttävyys ja ihoystävällisyys korostuvat. Myös saumojen ja materiaalin pinnan rakenteella ja kitkaominaisuuksilla on merkitystä, sillä pitkäaikaisessa käytössä epämiellyttävä ihotuntuma voi aiheuttaa hankausta, ärsytystä ja heikentää käyttökokemusta. (Koskennurmi-Sivonen, 2004.) Materiaalivalinnoilla voidaan vaikuttaa myös vaatetuksen kokonaispainoon, kestävyys ja huollettavuuteen. Kevyemmät varusteratkaisut voivat vähentää käyttäjän fysiologista kuormitusta ja tukea toimintakykyä.

Julkisia hankintoja ohjaava hankintalaki (1397/2016) vaikuttaa sotilasvaatetuksen materiaalien ja tuotteiden teknisiin määrittelyihin (Puolustusvoimien asiantuntijalausunto, 2026). Hankinnoissa valitaan tuote, joka täyttää tarvittavat vaatimukset ja on hinnaltaan edullisin. Tällöin esimerkiksi kotimainen tuotanto on automaattisesti pois laskuista. Materiaalivaatimukset tulee määrittellä teknisten ominaisuuksien ja standardien perusteella, kuten hankauksenkeston mukaan, eikä niitä välttämättä voida kohdistaa vain yhden valmistajan tai tuotemerkin tuotteisiin. Lain tavoitteena on turvata tarjoajien tasapuolinen kohtelu sekä kilpailun toteutuminen. Materiaalien vaatimukset pyritään määrittelemään myös saatavuuden mukaan ja vaatimukset täyttäviä laatuja on oltava saatavilla helposti useilla markkinoilla. Tällöin saatavuus ei rajoitu pelkästään yhteen laatuun tai yhteen toimittajaan. (Puolustusvoimien asiantuntijalausunto, 2026.)

Sotilasvaatetuksen suunnittelussa keskeisessä roolissa ovat myös tuotteiden huollettavuus ja pitkä käyttöikä. Materiaalien ja rakenteiden tulee kestää jatkuvaa käyttöä, pesua, kuivausta sekä korjaamista jopa vuosikymmenten ajan ilman, että niiden toiminnalliset ominaisuudet heikkenevät merkittävästi. Lisäksi tuotteet pyritään suunnittelemaan siten, että niiden huolto ja korjaaminen olisivat mahdollisimman yksinkertaisia ja nopeita toteuttaa. Huollettavuus, korjattavuus ja elinkaaren hallinta ovat tärkeä osa sotilasvaatetuksen suunnittelua. (Puolustusvoimat 2024a; Huollon asiantuntijahaastattelu, 2026.)

## 2.2 Sotilasvaatetuksen kehityssuunnat

Sotilasvaatetuksen kehitys on edennyt yksinkertaisista, pääasiassa luonnonkuituihin perustuvista ratkaisuista kohti teknisesti kehittyneitä ja kerrospukeutumiseen perustuvia vaatetusjärjestelmiä (Haavisto, 2011; NCU Group, 2026). Kehitykseen ovat vaikuttaneet sekä muuttuvat käyttöolosuhteet että lisääntynyt ymmärrys siitä, miten vaatetus vaikuttaa sotilaan toimintakykyyn ja käyttömukavuuteen. Samalla tarkastelu on siirtynyt yksittäisistä materiaaliominaisuuksista kohti kokonaisuuksia, joissa eri materiaalit ja rakenteet toimivat yhdessä. (Puolustusvoimat, 2023; Rissanen, Kyröläinen & Santtila, 2021.)

Sodanjälkeisenä aikana, 1940–1950-luvuilla, tekstiilimateriaaleista oli pulaa, minkä vuoksi sotilasvaatetuksessa käytettiin pääasiassa materiaaleja, joita oli saatavilla. Vaatteet valmistettiin luonnonkuiduista, kuten villasta ja puuvillasta, ja materiaalivalinnoissa korostuivat saatavuus, kestävyys ja huollettavuus enemmän kuin käyttömukavuus tai tekniset ominaisuudet. (Aarniaho, 1996; Jaeger Platoon, 2026.) Sotilasvaatetuksen kehitys on muuttunut toimintaympäristöjen, materiaalitekniikan ja taistelijan toimintakykyvaatimusten mukana. (Haavisto, 2011.)

Varhaisissa sotilaspuvuissa, kuten M/22- ja M/36-malleissa, materiaalit olivat pääosin villaa. Rakenteet olivat yksinkertaisia, ja vaateen toimivuus perustui pitkälti villan lämmöneristävyyteen. (Leino, 1998.) Vaikka villa soveltui hyvin kylmiin olosuhteisiin, sen käytössä ilmeni myös haasteita, kuten materiaalin raskaus, hidas kuivuminen ja kosteuden sitoutuminen kuituun. Kovissa ja kylmissä olosuhteissa kosteat ja hitaasti kuivuvat vaatteet voivat vaarantaa toimintakyvyn ja muodostaa terveysriskin. Myöhemmin siirryttiin puuvillapohjaisiin ratkaisuihin, kuten M/62-pukuun. Puuvilla toi mukanaan kevyemmän ja hengittävämmän vaihtoehdon, ja käännettävä rakenne lisäsi vaateen monikäyttöisyyttä. Malli sopi monille, mutta istuvuus jäi vähäiseksi ja rakenne oli jäykkä. (Aarniaho, 1996; Lehtonen, 2003.)

Nykyaikaisessa sotilasvaatetuksessa kehityksen painopiste on siirtynyt yksittäisistä materiaaliratkaisuista kohti kokonaisvaltaisia vaatetusjärjestelmiä, joissa korostuvat käyttäjälähtöisyys, kerrospukeutuminen ja materiaalien tekniset ominaisuudet. Seuraava merkittävä muutos tapahtui synteettisiä kuituja sisältävien sekoitemateriaalien käyttöönoton myötä. Esimerkiksi M/91-puvussa puuvillan rinnalle tuli polyesteri, mikä paransi materiaalin kestävyyttä, kuivumisominaisuuksia ja huollettavuutta. Samalla vaatteiden rakenteita voitiin

kehittää paremmin käyttötarkoitukseen sopiviksi, mikä paransi istuvuutta ja ergonomiaa. Teknisten materiaalien käyttö lisääntyi edelleen M/05-maastopuvussa. Materiaalirakenteita vahvistettiin esimerkiksi ripstop-rakenteella, ja mukaan tuotiin kuituja, kuten polyamidia kulutuskestävyyden lisäämiseksi sekä elastaania liikkuvuuden parantamiseksi. Samalla vaatteiden leikkaukset ja rakenteet muuttuivat ergonomisemmiksi, ja niihin lisättiin säätömahdollisuuksia sekä vahvistettuja kulutuskohtia. (Puolustusvoimat, 2013; Puolustusvoimat, 2023.)

Uusin kehitysvaihe näkyy M23/NCU-järjestelmässä, jossa vaatetus muodostaa monikerroksisen kokonaisuuden. Materiaalit valitaan kerroksittain niiden käyttötarkoituksen mukaan siten, että aluskerrokset vastaavat kosteudenhallinnasta ja lämmönsäätelystä, välikerrokset lämmöneristyksestä ja päällyskerrokset kulutuskestävyydestä sekä sääsuojasta. Kuorikerroksissa hyödynnetään kalvoteknologiaa, kuten GORE-TEX- ja WINDSTOPPER-materiaaleja, jotka on kehitetty erityisesti vaativiin sääolosuhteisiin. Näiden materiaalien keskeinen ominaisuus on kyky yhdistää tuulen- ja vedenpitävyys hengittävyYTEEN, mikä mahdollistaa kosteuden siirtymisen ulospäin samalla kun ulkoinen kosteus ja tuuli pidetään loitolla. (Puolustusvoimien asiantuntijalausunto, 2026.)

Kylmiin olosuhteisiin tarkoitetuissa ratkaisuissa kuorikerrosta täydennetään eristävillä välikerroksilla, jolloin kokonaisuus muodostaa tehokkaan suojan erittäin alhaisia lämpötiloja vastaan. Tällaisissa järjestelmissä vaatetus toimii kerroksittain siten, että alus- ja välikerrokset vastaavat lämmöneristyksestä ja kosteudenhallinnasta, kun taas kuorikerros tarjoaa mekaanisen suojan ja säänkestävyyden. Esimerkiksi pakkaspuvussa on käytetty lämmöneristyksenä alumiiniverkkoa ja polyesterivanua. Alumiiniverkko toimii samalla periaatteella kuin avaruuslakana, se heijastaa kehon lämpösäteilyä takaisin käyttäjälle ja siten vähentää lämmönhukkaa. Yhdessä polyesterivanun kanssa se parantaa vaateen lämmöneristävyttä kylmissä olosuhteissa. (Puolustusvoimien asiantuntijalausunto, 2026.) Kerroksellinen rakenne mahdollistaa vaatetuksen mukautumisen erilaisiin olosuhteisiin ja kuormitustasoihin. (Maanpuolustuskorkeakoulu, 2019; Puolustusvoimat, 2023; Puolustusvoimien logistiikkalaitos, 2022.)

Kokonaisuutena tarkasteltuna sotilasvaatetuksen kehitys on kulkenut luonnonkuituihin ja yksinkertaisiin rakenteisiin perustuvista ratkaisuista kohti teknisiä ja monikerroksisia vaatetusjärjestelmiä. Kehityksen myötä painopiste on siirtynyt materiaalien saatavuudesta ja käytännöllisyydestä kohti teknisten ominaisuuksien, kuten lämmöneristyksen,

kosteudensiirron, kestävyuden ja käyttömukavuuden parantamista. Nykyaikaisessa sotilasvaatetuksessa materiaalivalintoja tarkastellaan kokonaisuutena, jossa teknisten ominaisuuksien lisäksi huomioidaan myös saatavuus, taloudellisuus, huollettavuus ja ekologisuus. Tavoitteena on yhdistää nämä ominaisuudet toimivaksi ja käyttäjän tarpeita vastaavaksi kokonaisuudeksi, jossa eri materiaalit ja rakenteet tukevat sotilaan toimintakykyä vaihtelevissa olosuhteissa. (Kadolph, 2014; Puolustusvoimat, 2023.)

Alla olevassa kuvassa 1 olen eri lähteistä kerännyt Suomen armeijan palveluspukuja eri aikakausilta suuntaa antamaan ja havainnollistamaan kehityskaaren. M/23 puku tunnetaan myös Nordic Combat Uniform.



**KUVA 1 SUOMEN PUOLUSTUSVOIMIEN SOTILASPUKUJA ERI AIKAKAUSILTA. SUOMEN PUOLUSTUSVOIMIEN MAASTOPUKUJEN KEHITYS M/22–M/23. KOOSTETTU LÄHTEIDEN PERUSTEELLA (AARNIAHO 1996, LEHTONEN 2003, PALOKANGAS & VIJANEN 2011, PUOLUSTUSVOIMAT 2013, PUOLUSTUSVOIMAT 2024).**

### 2.3 Sotilasvaatetuksen tuotekehityksen erityispiirteet

Sotilasvaatetuksen kehittäminen poikkeaa tavanomaisesta vaatetussuunnittelusta, sillä tuotteiden tulee täyttää samanaikaisesti useita teknisiä, logistisia ja turvallisuuteen liittyviä vaatimuksia. Puolustusvoimien kaltaisessa organisaatiossa vaatetus- ja materiaalihankintoja tehdään erittäin suuria määriä, mikä vaikuttaa suoraan valintoihin ja suunnitteluun. Tuotteiden tulee olla kustannustehokkaita, käyttötarkoitukseensa soveltuvia sekä riittävän suorituskykyisiä laajalle käyttäjäjoukolle. Kaikkia ratkaisuja ei voida optimoida yksittäisten käyttäjien tarpeisiin, vaan suunnittelussa painottuvat kokonaisuuden toimivuus, käytännöllisyys ja hankintojen hallittavuus. (Puolustusvoimat, 2022; Puolustusvoimien asiantuntijalausunto, 2026.)

Vaatteiden on kestettävä kovaa mekaanista rasitusta, vaihtelevia sääolosuhteita, toistuvaa huoltoa sekä pitkäaikaista käyttöä. Tavoitteena on mahdollisimman pitkä ja toiminnallinen elinkaari. Tuotekehitystä ohjaavat lait, standardit, tekniset spesifikaatiot ja hankintavaatimukset, jotka määrittävät materiaalien ja rakenteiden hyväksyttävät ominaisuudet. Kehitys ei siten perustu pelkästään käyttäjäkokemukseen tai esteettisiin tekijöihin, vaan ratkaisujen tulee olla yhteensopivia myös logistiikan, huollon, massatuotannon ja elinkaarikustannusten kanssa. (Puolustusvoimien asiantuntijalausunto, 2026.) Vaatekehityksen haasteena on eri ominaisuuksien yhteensovittaminen. Esimerkiksi materiaalin vahvistaminen voi heikentää hengittävyyttä, kun taas kevyempi rakenne voi vähentää kestävyyttä. Myös käyttömukavuutta parantavat ratkaisut eivät aina ole yhteensopivia paloturvallisuus- tai huoltovaatimusten kanssa. Kehitystyössä joudutaan siten tasapainoilemaan käyttömukavuuden, teknisen suorituskyvyn, huollettavuuden, turvallisuuden ja kestävyuden välillä. (Puolustusvoimien asiantuntijalausunto, 2026.)

Käyttäjälähtöinen suunnittelu on noussut yhä tärkeämmäksi osaksi sotilasvaatetuksen kehittämistä. Käyttäjäpalautteen avulla voidaan tunnistaa käytännön ongelmia, joita ei välttämättä havaita laboratorio- tai materiaalitesteissä. Näin voidaan kehittää vaatetuksen toimivuutta vastaamaan paremmin todellisia käyttötilanteita, vaarantamatta teknisiä vaatimuksia. (Ojasalo, Moilanen & Ritalahti, 2015.) Erityisesti varustekehityksessä korostuu vaatetuksen istuvuus ja toimivuus suhteessa käyttäjään. Tämä näkyy myös naisille suunnattujen varusteratkaisujen kehittämisessä, jossa huomioidaan liikkuvuus, käyttömukavuus ja turvallisuus erilaisissa käyttöolosuhteissa.

Puolustusvoimien varustejärjestelmässä materiaalien ja rakenteiden valinta perustuu tarkasti määriteltyihin suorituskyky- ja turvallisuusvaatimuksiin sekä systemaattiseen testaukseen. Vaatteiden tulee kestää jatkuvaa käyttöä varusmies- ja reserviläiskoulutuksessa sekä säilyä toimintakykyisinä myös poikkeusoloissa. (Puolustusvoimien asiantuntijalausunto, 2026.) Lisäksi niiden on sovelluttava pitkäaikaiseen käyttöön, toistuviin huoltotoimenpiteisiin ja korjauksiin osana elinkaaren hallintaa (Puolustusvoimat, 2024a).

Materiaalien saatavuus ja toimitusvarmuus ovat keskeisiä tekijöitä sotilasvaatetuksen kehittämisessä. Kansainvälisiin toimitusketjuihin liittyvät häiriöt voivat heikentää materiaalien saatavuutta erityisesti kriisitilanteissa. (Puolustusvoimien asiantuntijalausunto, 2026.) Tämän vuoksi kotimaiseen tuotantoon, materiaaliosaamisen ylläpitämiseen sekä yhteistyösopimukseen naapurimaiden kanssa olisi tärkeää panostaa osana kansallista huoltovarmuutta ja varautumista. (Huoltovarmuuskeskus, 2022; Suomen Tekstiili & Muoti ry, 2023a.)

Varustehankintoja ohjaavat kenttäarmeijan tarpeet sekä kyky varustaa laaja reservi. Suomessa sodan ajan vahvuus on noin 280 000 sotilasta, ja varustejärjestelmän tulee skaalautua tätäkin suuremmalle joukolle. Hankintoja ohjaa julkisia hankintoja koskeva lainsäädäntö, joka edellyttää kilpailutusta sekä vaatimukset täyttävien tuotteiden kustannustehokkuuden huomioimista. Tämän vuoksi kotimainen tuote ei välttämättä ole ensisijainen vaihtoehto ja tekstiilialan ammattilaiset ovatkin esittäneet huolensa kotimaisen tuotannon vähäisyydestä ja alan tuotantokapasiteetin heikkenemisestä. (Puolustusvoimat, 2013; Puolustusvoimien asiantuntijalausunto, 2025; Suomen Tekstiili & Muoti ry, 2023b.)

Vaatteiden pitkäikäisyys, huollettavuus ja korjattavuus ovat tärkeitä tekijöitä sotilasvaatetuksessa, sillä niiden avulla varusteet pysyvät käyttökelpoisina pidempään myös poikkeusoloissa. (Puolustusvoimat, 2024a.) Muuttunut toimintaympäristö ja ajankohtaiset turvallisuusuhat ovat korostaneet myös materiaalien saatavuuden ja toimitusketjujen merkitystä huoltovarmuuden näkökulmasta. Pitkäaikaisten hankintojen voidaan nähdä tukevan alan osaamisen ja tuotantovalmiuksien säilymistä pitkällä aikavälillä. (Puolustusvoimien asiantuntijalausunto, 2026.)

Tekstiilialan ammattilaiset ovat nostaneet esiin huolen kotimaisen tuotannon vähäisyydestä ja alan tuotantokapasiteetin heikkenemisestä. Tekstiilialan koulutus voi myös heikentyä, jos mahdollisuus työllistyä kotimaassa heikkenee entisestään. Nordic Combat Uniform (NCU) -taisteluasujärjestelmän hankinnan kokonaisarvon arvioitiin olevan kaikkien osallistujamaiden

osalta noin 290–425 miljoonaa euroa, josta Suomen osuuden arvioitiin olevan noin 50–65 miljoonaa euroa. (Puolustusministeriö, 2017.) Yhteistyösopimuksia Pohjoismaiden kanssa voidaan tarkastella myös huoltovarmuuden näkökulmasta, erityisesti tilanteessa, jossa kotimainen tekstiilituotanto on vähäistä. Pohjoismainen yhteistyö voi tarjota toimivan ja realistisen vaihtoehdon materiaalien ja varusteiden saatavuuden turvaamiseksi. Samalla on pidetty tärkeänä, että osa suurten varustehankintojen taloudellisista vaikutuksista kohdistuisi myös kotimaahan esimerkiksi työn, osaamisen ja tuotannon kautta.

Sotilasvaatetuksen kehittämistyön tavoitteena on suunnitella tuote, joka vastaa käyttövaatimuksia, käyttäjien tarpeita sekä tuotannon ja kustannusten asettamia reunaehtoja. (Kadolph, 2014.). Tekstiilialalla tuotekehitys kattaa materiaalivalinnat, rakenteelliset ratkaisut sekä tuotteen toiminnallisuuden kehittämisen. Prosessi edellyttää monialaista osaamista, jossa yhdistyvät käyttäjälähtöinen suunnittelu, materiaalituntemus ja tuotannon reunaehtojen huomioiminen (Boncamper, 2015).

Tuotekehitysprosessiin kuuluu olennaisena osana analyysi, jota tehdään esimerkiksi laboratoriotestien, käyttökokeiden ja käyttäjäpalautteen avulla. Näin voidaan arvioida materiaalien ja rakenteiden toimivuutta sekä vähentää kehitykseen liittyviä riskejä (Anttila ym., 1986). Tekstiilimateriaalien ominaisuudet määräytyvät pitkälti kuiturakenteen perusteella. Kuidut vaikuttavat materiaalin suorituskykyyn esimerkiksi kestävyuden, kosteudenhallinnan, hengittävyuden ja käyttömukavuuden osalta. Lisäksi langan rakenne, valmistusmenetelmä ja viimeistelyprosessit vaikuttavat olennaisesti valmiin materiaalin ominaisuuksiin. Kuidun fysikaaliset ominaisuudet, kuten kuitupituus ja hienous, heijastuvat materiaalin pehmeuteen, kestävyuteen sekä ulkonäköön. (Kadolph, 2014, s. 45–52.)

Tekstiilituotanto koostuu useista vaiheista, kuten raaka-aineiden tuotannosta tai hankinnasta, kuitujen käsittelystä ja valmistuksesta, materiaalin teknisestä toteutuksesta, värjäyksestä, viimeistelystä sekä valmiin tuotteen valmistuksesta. Jokainen työvaihe vaikuttaa tekstiilin ominaisuuksiin, kuten kestävyuteen, joustavuuteen, hengittävyuteen ja käyttömukavuuteen. Tekstiilisuunnittelussa kuitu-, lanka- ja rakennevalinnoilla on keskeinen merkitys, sillä ne vaikuttavat suoraan tekstiilin käyttöominaisuuksiin. (Kadolph, 2014, s. 59–84, 193–296, 359–451.)

Merinovillan kuitujen hienous tekee siitä vähemmän kutittavan, ja sen kosteudensiirtokyky on hyvä. Merinovilla sitoo ja vapauttaa vesihöyryä, mikä auttaa ylläpitämään tasaista lämpötilaa

(Tekstiiliopas, 2022). Lisäksi sen luonnollinen keratiiniproteiini tekee kuidusta paloturvallisen, mikä vastaa Puolustusvoimien paloturvallisuuskriteereitä (EN ISO 15025:2016) (Logistiikkalaitos, 2025). Ominaisuuksiensa vuoksi merinovilla on suosittu materiaali korkealaatuisissa alus- ja urheiluvaatteissa. Se on myös biohajoava ja uusiutuva kuitu, mikä tukee kestävä kehityksen tavoitteita. Sotilasvaatteen tuotekehityksessä joudutaan tekemään monia materiaalivalintoihin ja rakenteellisiin ratkaisuihin liittyviä päätöksiä,

Sotilasvaatetuksen materiaalivalinnoissa on huomioitava myös naamiointiin liittyvät tekniset vaatimukset. Yksi tekijä on materiaalien lähi-infrapuna- eli NIR-heijastavuus, jonka tulee vastata ympäristöä. Lähi-infrapuna on sähkömagneettisen säteilyn osa-alue, jota ihmissilmä ei havaitse, mutta jota voidaan tarkastella pimeänäkölaitteilla. Vaikka vaatetus näyttäisi paljain silmin maastoutuneelta, se voi erottua pimeänäkölaitteella, mikäli materiaalin NIR-heijastavuus poikkeaa ympäristöstä. Materiaalien soveltuvuutta sotilasvaatetukseen tulee arvioida myös näiden vaatimusten ja käyttöolosuhteiden näkökulmasta. (Scott, 2005, s. 699–707.)

Materiaaleja pyritään kehittämään ja uusia ratkaisuja luomaan yhdistämällä eri kuituja siten, että ne vastaisivat käyttötarkoituksen vaatimuksia. Kehitys voi kohdistua kuituihin, lankarakenteisiin, neuloksiin, kudoksiin tai pintakäsittelyihin, mutta harvoin yksittäinen materiaali tai rakenne täyttää kaikkia sille asetettuja vaatimuksia samanaikaisesti. Kehitystyö perustuu tutkimuksiin, käyttäjäkokemuksiin, asiantuntijahavaintoihin sekä eri lähteistä saadun tiedon hyödyntämiseen. Materiaalien ja rakenteiden kehittämisessä pyritään yhdistämään käyttäjien tarpeet, käytännön käyttökokemukset sekä tekniset ja tuotannolliset vaatimukset toimivaksi kokonaisuudeksi. (Boncamper, 2015; Kadolph, 2014; Anttila ym., 1986.)

Teknisten ominaisuuksien lisäksi on huomioitava tekstiilin valmistettavuus, kustannustehokkuus, huollettavuus sekä materiaalien saatavuus. Puolustusvoimien kokoisessa organisaatiossa suunnittelu- ja kehittämistyö on pitkäjänteistä ja monivaiheista, jossa pyritään huomioimaan käyttäjien tarpeet, tekniset vaatimukset, huollettavuus, kustannustehokkuus sekä toimintaympäristön asettamat vaatimukset. (Uusi-Uitto, 2019.) Tuotekehitykseen, tutkimukseen ja tuotannon kehittämiseen liittyy omat lisähaasteensa erityisesti silloin, kun prosessi toteutetaan useiden yhteistyötahojen, tutkimustoimijoiden ja välikäsien kautta.

Tutkimuksessa korostui materiaalien ja rakenteiden välinen tasapaino. Kevyet ja hengittävät materiaalit koettiin käyttömukavuuden kannalta miellyttäväksi, mutta samalla niiden rakenteellinen kestävyys ja tuki eivät vastanneet kaikkien käyttäjien tarpeita aktiivisessa

palveluskäytössä. Tämä kuvastaa materiaalikehityksen keskeistä haastetta, jossa pyritään yhdistämään käyttömukavuus, tekninen suorituskyky, huollettavuus ja pitkä käyttöikä toimivaksi kokonaisuudeksi.

Materiaalikehitys on jatkuva prosessi, jossa käyttäjäkokemuksia hyödynnetään uusien materiaalien, rakenteiden ja tuotantoratkaisujen kehittämisessä. (Tekstiiliopas, 2022.) Kehitys voi kohdistua kuituihin, lankarakenteisiin, neuloksiin, kudoksiin tai pintakäsittelyihin, mutta harvoin yksittäinen materiaali tai rakenne täyttää kaikkia sille asetettuja vaatimuksia samanaikaisesti. Kehitystyö perustuu erilaisiin tutkimuksiin, käyttäjäkokemuksiin, asiantuntijahavaintoihin sekä eri lähteistä saadun tiedon hyödyntämiseen. Materiaalien ja rakenteiden kehittämisessä pyritään yhdistämään käyttäjien tarpeet, käyttökokemukset sekä tekniset ja tuotannolliset vaatimukset toimivaksi kokonaisuudeksi. (Suomen Tekstiili & Muotiry, 2022.)

Teknisten ominaisuuksien lisäksi on huomioitava tekstiilin valmistettavuus, kustannustehokkuus, huollettavuus sekä materiaalien saatavuus. Puolustusvoimien kokoisessa organisaatiossa suunnittelu- ja kehittämistyö on pitkäjänteistä ja monivaiheista, jossa pyritään huomioimaan käyttäjien tarpeet, tekniset vaatimukset, huolto, kustannustehokkuus sekä toimintaympäristön asettamat vaatimukset. Prosessi edellyttää monialaista osaamista, jossa yhdistyvät käyttäjälähtöinen suunnittelu, materiaalituntemus ja tuotannon reunaehtojen huomioiminen. (Uusi-Uitto, 2019, Puolustusvoimien asiantuntijatieto, 2026.)

Materiaalien ja rakenteiden välinen tasapaino on tärkeää ja tuotekehityksen haasteena on yhdistää useita ominaisuuksia toimivaksi kokonaisuudeksi. Vaatteen toimivuus muodostuu materiaalien, rakenteiden ja käyttötarkoituksen yhteisvaikutuksesta, minkä vuoksi materiaalikehitys on jatkuva prosessi. Käyttäjäkokemuksia, testauksia ja materiaalitutkimusta hyödynnetään uusien materiaalien ja tuotantoratkaisujen kehittämisessä. Sotilasvaatteen elinkaarta analysoidaan kokonaisuutena, jossa tuotetta tarkastellaan materiaalivalinnoista valmistukseen, käyttöön, huoltoon, korjaukseen ja käytöstä poistoon asti. Tavoitteena on, että vaate säilyttää toiminnallisuutensa, käyttömukavuutensa ja turvallisuusominaisuutensa mahdollisimman pitkään käyttöolosuhteista ja toistuvasta huollosta huolimatta. (Ojasalo, Moilanen & Ritalahti, 2015.) Materiaalien tulee kestää pitkäaikaista käyttöä, mekaanista rasitusta sekä toistuvia pesu- ja kuivausprosesseja ilman merkittävää ominaisuuksien heikkenemistä. Vaatetusjärjestelmien suunnittelussa korostuvat pitkä käyttöikä, huollettavuus,

korjattavuus sekä materiaalien kestävyys koko elinkaaren ajan. (Puolustusvoimien asiantuntijatieto, 2026.)

Nykyiset kriisitilanteet ovat osoittaneet, että sotilasvaatetuksen kehitystyössä olisi tärkeää tarkastella myös kriisiajan tekstiilihuollon toimivuutta. Sodankäynnin muutoksista on keskusteltu erityisesti asejärjestelmien ja teknologian näkökulmasta, mutta myös vaatetuksen ja tekstiilihuollon merkitys korostuu pitkittyneissä kenttäolosuhteissa. Pitkät huoltovälit sekä rajalliset mahdollisuudet vaatteiden vaihtoon ja pesuun voivat vaikuttaa sotilaan yleisterveyteen, jaksamiseen, hygieniaan ja käyttömukavuuteen. Tämä korostaa materiaalien kestävyuden, kuivumisnopeuden, antibakteeristen ominaisuuksien ja kosteudenhallinnan merkitystä. (Puolustusvoimien asiantuntijatieto, 2026; Suomen Tekstiili & Muoti ry, 2026b, 2023b.)

## 2.4 NCU-taisteluvaatejärjestelmä

NCU (Nordic Combat Uniform) on pohjoismaiden yhteinen taisteluasujärjestelmä, joka kehitettiin Suomen, Ruotsin, Norjan ja Tanskan puolustusvoimien yhteistyönä osana NORDEFECO-puolustusyhteistyötä. Järjestelmän kehitystyö alkoi vuonna 2016 tavoitteena luoda monikerroksinen taisteluasukokonaisuus erilaisiin ilmasto-olosuhteisiin ja sotilaallisiin käyttöympäristöihin. Prosessiin sisältyi useita tarjous-, testaus- ja kenttäkoevaiheita, joissa arvioitiin vaatteiden toimivuutta sekä kerättiin käyttäjäkokemuksia sotilailta ja varusmiehiltä. Vuonna 2022 järjestelmän toimittajaksi valittiin norjalainen Oskar Pedersen. Kehitystyöhön osallistui useita tekstiili- ja materiaalialan yrityksiä ja ammattilaisia, jotka vastasivat eri vaatekerrosten, materiaalien ja teknisten ratkaisujen toteutuksesta.

Alusvaatekerrosten kehityksessä keskeisiä toimijoita olivat muun muassa norjalainen Aclima AS ja ruotsalainen Woolpower AB. Lisäksi järjestelmässä hyödynnettiin kansainvälisten materiaalivalmistajien teknisiä ratkaisuja esimerkiksi erikoiskankaiden, kalvomateriaalien ja lisävarusteiden osalta. NCU-järjestelmä sisältää alus-, väli- ja päällysvaatteita, joiden tarkoituksena on parantaa sotilaan käyttömukavuutta, toimintakykyä ja selviytymistä vaihtelevissa olosuhteissa. Suomessa järjestelmä otettiin vaiheittain käyttöön vuonna 2023 nykyisen M05-taisteluasujärjestelmän rinnalle. (NCU Group, 2026; Puolustusvoimat, 2022; Logistiikkaupseerit, 2022.)

NCU-taisteluasujärjestelmän kehityksessä huomioitiin myös vaatetuksen pitkäikäisyys, turvallisuus ja ympäristövastuu. Järjestelmän materiaalien tavoitteena on pitkä käyttöikä, minkä vuoksi vaatteissa hyödynnetään kestäviä ja testattuja materiaaleja sekä korjattavuutta tukevia ratkaisuja. Järjestelmään kuuluu myös vaateen korjaussarja, jonka tarkoituksena on mahdollistaa vaatteiden tilapäinen korjaaminen.

Materiaalivalinnoissa huomioitiin paloturvallisuus. Taistelupuvun sekä aluskerrosten materiaalit suunniteltiin paloa hidastaviksi tai sellaisiksi, etteivät ne sula kuumuuden vaikutuksesta iholle. Lisäksi järjestelmän kehityksessä painotettiin ympäristövastuuta, kuten materiaalien sertifiointia, uusiutuvan energian käyttöä tuotannossa sekä eurooppalaista tuotanto- ja toimitusketjua. (NCU Group, 2026; Puolustusministeriö, 2020.)

Järjestelmä sisältää eri vuodenaikoihin ja tehtäviin soveltuvat vaatetusratkaisut alusvaatetuksesta päällysvaatetukseen. Järjestelmä on rakenteeltaan yhtenäinen kaikissa osallistujamaissa, ja se on suunniteltu toimimaan erilaisissa ilmasto-olosuhteissa. Jokainen maa käyttää asuissa omaa kansallista maastokuviotaan ja tunnuksiaan. (NCU Group, 2026.)

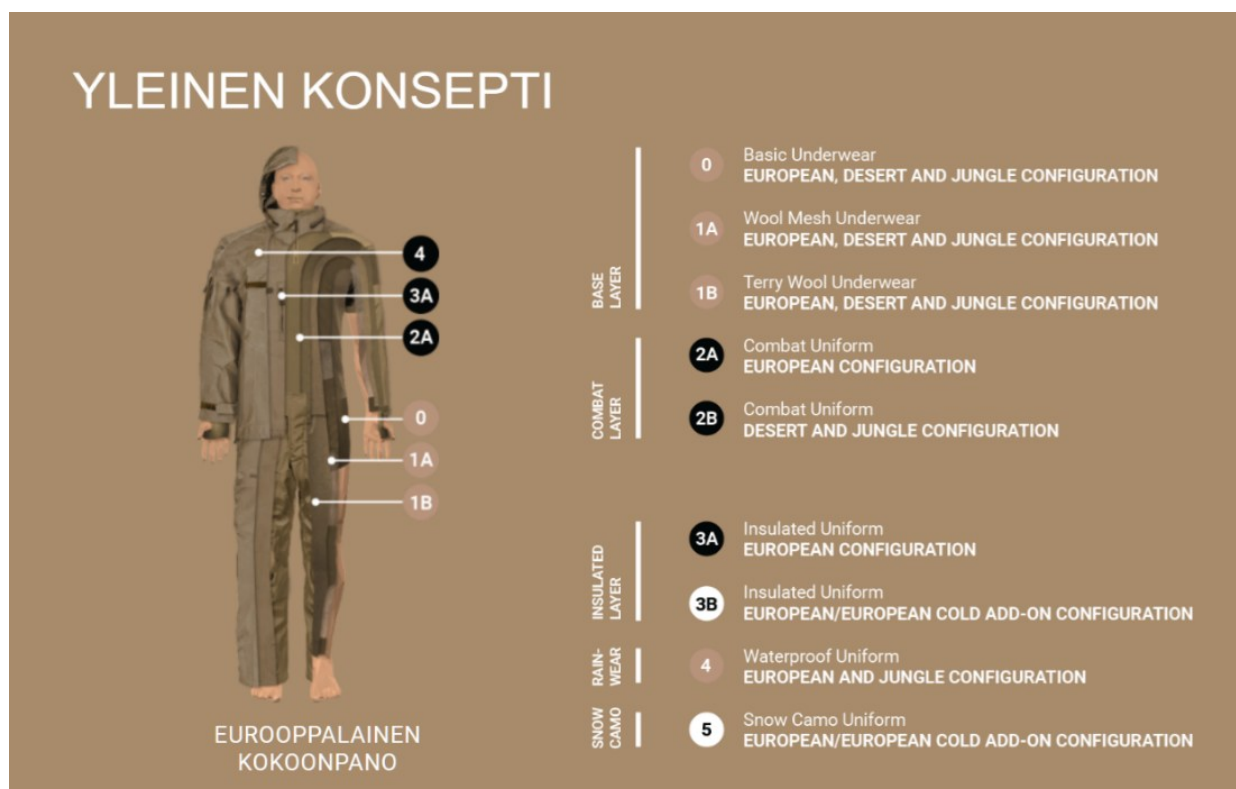
NCU-järjestelmä konkretisoi sotilasvaatetukselle asetettuja vaatimuksia. Siinä yhdistyvät vaatetusfysiologiset periaatteet, kuten kerrospukeutuminen, kosteudenhallinta ja lämpötasapainon säätely, sekä materiaalien ja rakenteiden kautta saavutettava toiminnallisuus. Järjestelmä toimii esimerkkinä siitä, miten teoreettiset lähtökohdat toteutuvat käytännön vaatetussuunnittelussa.

Suomessa NCU-järjestelmä tunnetaan Puolustusvoimien M23-taisteluasujärjestelmänä. Eri vaatetasot täydentävät toisiaan muodostaen yhdessä toiminnallisen kokonaisuuden. Järjestelmään kuuluu alus-, väli- ja päällyskerroksia, joilla kullakin on oma tehtävänsä käyttäjän fyysisten tarpeiden ylläpitämisessä. (NCU Group, 2026; Puolustusvoimien asiantuntijatieto, 2026.)

Aluskerroksen tehtävänä on siirtää kosteutta pois iholta, tukea lämmönsäätelyä ja muodostaa perusta muun vaatetuksen toimivuudelle. Välikerrokset osallistuvat lämmöneristyksen ylläpitämiseen, kun taas päällyskerrokset suojaavat käyttäjää ulkoisilta sääolosuhteilta ja mekaaniselta rasitukselta. Järjestelmä on suunniteltu soveltumaan kaikille puolustushaaroille ja erilaisiin toimintaympäristöihin. Suunnittelussa on pyritty huomioimaan käyttäjien erilaiset kehotyypit tarjoamalla laaja kokovalikoima, johon kuuluu noin 30 eri kokoa. (Puolustusvoimat, 2024a.) NCU-vaatejärjestelmän vaateen korjaussarja sisältää muun muassa ompelulankaa, neulan, nappeja sekä paikkamateriaalia.

Kerrokseen 0 kuuluvat alushousut, alustoppi ja t-paita. Kerros 1A sisältää verkkoalusasun, johon kuuluvat pitkät alushousut ja paita, kun taas kerros 1B muodostuu väliasusta, johon kuuluvat pitkät välihousut, paita ja vetoketjullinen välikerrospaita. Kerrokset 2A ja 2B sisältävät taisteluasut ja taistelupaidat eri käyttöympäristöihin, Euroopan olosuhteisiin sekä aavikko- ja viidakkokäyttöön.

Kylmiin olosuhteisiin tarkoitetut pakkaspuvut jakautuvat medium cold- ja high cold -ratkaisuihin, jotka on suunniteltu jopa  $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$  lämpötiloihin. (NCU Group, 2026.) Lisäksi järjestelmään kuuluu kuorikerroksena toimiva sadepuku sekä lumipuku, jota Suomi ei tällä hetkellä tilaa. M/05 puvun lumipuku on edelleen toimiva ja käytössä. Kerroksellinen rakenne mahdollistaa vaatetuksen mukauttamisen ympäristöolosuhteiden, fyysisen kuormituksen ja tehtävien mukaan. (NCU Group, 2026; Logistiikkaupseerit ry, 2022.)



KUVA 2 NCU-VAATEJÄRJESTELMÄN YLEINEN KONSEPTTI, NCU GROUP, 2026.



**KUVA 3 NCU-VAATEJÄRJESTELMÄN KERROS 0 ALUSVAATTEET,  
NCU GROUP 2026**

NCU-vaatejärjestelmän 0-kerros (kuva 3) koostuu miesten ja naisten perusalusvaatteista, jotka on suunniteltu pohjoismaiseen kehonrakenteeseen. Alusvaatteisiin kuuluvat muun muassa bokserit, naisten toppi sekä unisex t-paita. Aluskerros on valmistettu 100 % merinovillasta, joka on hienokuituinen ja pehmeä luonnonkuitu. Merinovillalle on ominaista hyvä lämmöneristävyys, kosteudensitomiskyky sekä hengittävyys, minkä vuoksi se soveltuu vaihteleviin ilmasto-olosuhteisiin ja aktiiviseen liikkumiseen. Materiaali kykenee sitomaan kosteutta tuntumatta märältä ja säilyttää lämmöneristävyytään myös kosteana. Lisäksi merinovillalla on luontaisia antibakteerisia ominaisuuksia, mikä tukee käyttömukavuutta pitkäaikaisessa käytössä. (NCU Group, 2026; Logistiikkaupseerit, 2022.)



**KUVA 4 NCU-VAATEJÄRJESTELMÄN KERROS 1A VERKKOALUSASU, NCU GROUP  
2026**

Kuvassa 4 näkyvä verkkoalusasu 1A puetaan alusvaatetopin ja -housujen päälle, se tulee suurelta osin ihoa vasten. Se on toteutettu verkkorakenteisena, jonka tarkoituksena on muodostaa ilmakerros ihon ja seuraavan vaatekerroksen väliin sekä tukea lämmönsäätelyä ja kosteuden siirtymistä pois iholta. Verkkoalusasua voidaan käyttää erillisenä tai yhdistettynä seuraavaan kerrokseen kylmissä olosuhteissa. Rakenne on vahvistettu kulutukselle alttiissa kohdissa kestävyuden ja käyttömukavuuden parantamiseksi. Verkkorakenne mahdollistaa materiaalin toimivuuden sekä lämpimissä että kylmissä olosuhteissa. Materiaalista 91 % on merinovillaa. (NCU Group, 2026; Logistiikkaupseerit, 2022.)



**KUVA 5 NCU-VAATEJÄRJESTELMÄN KERROS 1B VÄLKERROS, NCU GROUP 2026**

Välikerros 1B (kuva 5) koostuu froteeneuloksisista puseroista ja pitkistä alushousuista. Sitä voidaan käyttää yhdessä aluskerroksen kanssa tai erillisenä käyttötilanteen ja olosuhteiden mukaisesti. Välikerroksen ominaisuuksia ovat joustavuus, lämmöneristävyys ja käyttömukavuus. Lämmönhallinta perustuu neuloksen nurjalla puolella oleviin froteelenkkeihin, jotka sitovat ilmaa rakenteeseen ja parantavat eristävyyttä. Myös välikerroksen materiaalista merkittävä osa on merinovillaa, mikä tukee kosteudenhallintaa ja auttaa säilyttämään lämmöneristävyuden myös kosteana. Kosteus siirtyy rakenteen läpi

seuraavaan kerrokseen, mikä edistää koko vaatetusjärjestelmän toimivuutta. Lisäksi materiaali ei sula altistuessaan lämmölle, mikä tukee sen turvallisuusominaisuuksia. (NCU Group, 2026; Logistiikkaupseerit, 2022.)



**KUVA 6 NCU-VAATEJÄRJESTELMÄ KERROS 2A PERUSTAISTELUASU, NCU GROUP 2026**

Kerros 2A muodostaa niin sanotun perustaisteluasun (kuva 6), joka koostuu taistelutakista, taisteluhousuista ja taistelupaidasta. Euroopan konfiguraatiossa tämä kerros on keskeinen osa vaatetusjärjestelmää ja sitä käytetään pääasiallisena ulompana kerroksena. Käyttötilanteesta ja lämpötilasta riippuen käyttäjä voi valita taistelutakin tai kevyemmän taistelupaidan. Kaikki muut vaatteet on suunniteltu menemään joko näiden päälle tai alle. Taisteluasu on valmistettu uudesta BDU-kangasteknologiaan perustuvasta kankaasta. Kankaan keskimäinen laminaattikerros sisältää hiilipisteitä, jotka aktivoituvat + 265 asteessa ja kapseloivat päälliskankaan palon syttyessä. Tällöin kankaan alimmainen ihoa vasten oleva kerros voi olla miellyttävän pehmeä ja kosteutta siirtävä, ja päällimmäinen kerros kestävä ja vettähylkivä ilman palonestokuitujen tuomia rajoituksia.

Kerroksen keskeisiä ominaisuuksia ovat kestävyys, hengittävyys, vettä hylkivät ominaisuudet sekä palosuojaus. Vaatteet on valmistettu monikerroksisesta materiaalista, jossa yhdistyvät mekaaninen kestävyys, kosteudenhallinta ja paloturvallisuuteen liittyvät ominaisuudet. Kerros toimii rajapintana alus- ja välikerrosten sekä ulkoisten olosuhteiden välillä, ja sen suunnittelussa korostuvat sekä suojaavuus että käyttömukavuus. Lisäksi rakenteelliset ratkaisut tukevat vaatetuksen toimivuutta yhdessä muun varustuksen, kuten suojaliivien kanssa. (NCU Group, 2026; Logistiikkaupseerit, 2022.)



**KUVA 7 NCU-VAATEJÄRJESTELMÄ KERROS 2B AAVIKKO- JA VIIDAKKOASU, NCU GROUP 2026**

Aavikko- ja viidakkokäyttöön suunniteltu taisteluasu 2B (kuva 7) perustuu samaan rakenteelliseen periaatteeseen kuin Euroopan olosuhteisiin tarkoitettu perustaisteluasu. Rakenteellinen yhtenäisyys, kuten taskujen sijoittelu, tukee käytettävyyttä ja mahdollistaa sujuvan siirtymisen eri asukokonaisuuksien välillä ilman, että käyttäjän toimintatavat muuttuvat. Olosuhteisiin liittyvät erot näkyvät vaatteiden materiaalivalinnoissa ja rakenteessa. Aavikko- ja viidakkoversio on valmistettu kevyemmistä ja nopeasti kuivuvista materiaaleista, jotka tukevat hengittävyyttä ja lämpökuormituksen hallintaa lämpimissä ilmastoissa. Lisäksi rakenteellisia ratkaisuja on mukautettu keveyden ja ilmanvaihdon parantamiseksi.



**KUVA 8 NCU-VAATEJÄRJESTELMÄ KERROS 3A PAKKASPUKU (-19), NCU GROUP 2026**

3A pakkaspuku -19 C (kuva 8) koostuu pakkastakista ja -housuista, jotka on suunniteltu käytettäväksi taisteluasun päällä kylmissä olosuhteissa. Kerroksen tehtävänä on tarjota lisälämmöneristystä ja suojata käyttäjää kylmältä ympäristöltä. Lämmöneristys perustuu kevyisiin kuitumateriaaleihin sekä lämpöä heijastaviin rakenteisiin, kuten alumiiniverkkoon, jotka vähentävät lämmönhukkaa. Samalla materiaalien tulee säilyttää hyvä hengittävyys ja kuivua nopeasti, jotta käyttömukavuus säilyy vaihtelevissa olosuhteissa. Rakenteellisesti tämä kerros on kevyt ja suunniteltu yhteensopivaksi muiden vaatetuskerrosten ja varusteiden kanssa. Lisäksi takissa on säädettävä ja irrotettava huppu, joka lisää käyttötarkoituksen mukautuvuutta eri tilanteissa. (NCU Group, 2026; Puolustusvoimien tiedonanto, 2026.)



**KUVA 9 NCU-VAATEJÄRJESTELMÄ KERROS 3B PAKKASPUKU (- 45), NCU GROUP 2026**

Kerros 3B (kuva 9) on suunniteltu täydentämään kerrosta 3A erittäin kylmissä olosuhteissa sekä tilanteissa, joissa fyysinen aktiivisuus on vähäistä. Kerros toimii lisälämmöneristeenä ja sitä voidaan käyttää joko yhdessä kerroksen 3A kanssa tai erillisenä tarpeen mukaan. Materiaaliratkaisuissa korostuvat keveys, hyvä pakkautuvuus sekä lämmöneristävyys. Lämmöneristys perustuu kevyisiin kuiturakenteisiin ja lämpöä heijastaviin elementteihin, kuten alumiiniverkkoon, jotka vähentävät lämmönhukkaa. Samalla materiaalien tulee säilyttää riittävä hengittävyys sekä suojata tuulelta ja kosteudelta. Rakenteellisesti kerros on yhteensopiva muiden vaatetuskerrosten ja varusteiden kanssa. Esimerkiksi takin leikkaus mahdollistaa käytön myös suojaliivin päällä, ja kiinteä, säädettävä huppu toimii myös kypärän

kanssa. (NCU Group, 2026; Logistiikkaupseerit ry 2022, Puolustusvoimien asiantuntijalausunto, 2026.)



**KUVA 10 NCU-VAATEJÄRJESTELMÄÄN KUULUVA KERROS 4 SADEPUKU, NCU GROUP 2026**

Kerros 4. toimii sade- ja tuulisuojana (kuva 10), ja se on suunniteltu käytettäväksi muiden vaatetuskerrosten päällä. Kerroksen tehtävänä on suojata käyttäjää ulkoiselta kosteudelta ja tuulelta samalla, kun se mahdollistaa riittävän hengittävyden. Sadeasu on valmistettu kevyestä materiaalista, jossa yhdistyvät vedenpitävyys ja hengittävyys. Rakenteessa hyödynnetään esimerkiksi kalvorakenteita ja teipattuja saumoja, jotka estävät veden pääsyn materiaalin läpi. Samalla materiaali säilyttää hyvän kosteudenläpäisykyvyn, jotta vaatetuskokonaisuuden toimivuus ei heikkene. Kerros on suunniteltu kevyeksi ja helposti pakkautuvaksi, mikä tukee sen käytettävyyttä. Rakenteelliset ratkaisut, kuten säädettävä ja irrotettava huppu sekä ilmanvaihtoa parantavat avattavat kohdat, lisäävät käyttömukavuutta ja mahdollistavat kerroksen mukauttamisen. (NCU Group, 2026.)



**KUVA 11 NCU-VAATEJÄRJESTELMÄ KERROS 5 LUMIPUKU,  
NCU GROUP 2026**

Kerrosta 5. edustava lumipuku (kuva 11) on yksinkertainen ja kustannustehokas vaatetusratkaisu, jonka tarkoituksena on mahdollistaa maastoutuminen lumipeitteisessä ympäristössä. NCU-järjestelmään kuuluvaa lumipukua ei kuitenkaan ole otettu käyttöön Suomessa, sillä käytössä oleva M05-lumipuku toimii hyvin ja on käytössä. Läpivientitaskujen avulla käyttäjä pääsee käsiksi alempien vaatekerrosten taskuihin myös muiden kerrosten läpi. Vaatteet voidaan taitella kuljetuspussiksi. (NCU Group, 2026.)



**KUVA 12 NCU-VAATEJÄRJESTELMÄÄN KUULUVA MERINOVILLAINEN ALUSVAATETOPPI,  
TASOKUVA, PUOLUSTUSVOIMIEN ASiantuntijalähde, 2026**

NCU-alusvaatetoppi (kuva 12) rakentuu kuudesta osasta, jotka on yhdistetty tasosaumoilla. Topissa on pyöreä pääntie, joka on ommeltu palonkestävällä langalla. Etupuolelta lähtevät olkaimet yhdistyvät selkäpuolella racerback-tyyppiseksi Y-malliseksi rakenteeksi. Olkaimien yhtymäkohdassa sijaitsee pesulappu. Alareunassa on leveä palosuojattu kuminauha logolapulla, jonka tarkoituksena on tukea vaateen istuvuutta. Miehistassa on muotoa antavat leikkaukset. Toppi on 100 % merinovillaa ja se on väriltään maastonvihreä. Kokolajitelma sisältää koot XS–2XL. (Logistiikkalaitos 2022; Puolustusvoimien asiantuntijalausunto, 2026.)

Topissa käytetty neulosrakenne on sileää neulosta (single jersey) ja topin neliöpaino on 140 g/m<sup>2</sup>. Materiaalilta edellytetään alle 19 mikrometrin (NCU-toppi 17,5 mikrometriä) kuituhienoutta, jotta materiaali olisi mahdollisimman pehmeä eikä ärsyttäisi ihoa. Paloturvallisuuskriteerin no melt – no drip, (SFS-EN ISO 15025:2016) vuoksi materiaalin tulee olla luonnonkuitu, sillä ne sammuvat itsestään ja hiiltyvät kuumuudessa. (NCU Group, 2026; Logistiikkalaitos, 2025; Suomen Tekstiili & Muoti ry, 2022.)

NCU-alusvaatetopille asetetut materiaalivaatimukset ja standardit ohjaavat merkittävästi materiaalien ja rakenteiden valintaa. Taulukossa 1 on esitetty topin keskeiset materiaalivaatimukset ja niitä vastaavat standardit. (Puolustusvoimat asiantuntijatieto, 2026.)

**TAULUKKO 1 NCU-ALUSVAATETOPIN MATERIAALIN VAATIMUKSET JA STANDARDIT, PUOLUSTUSVOIMIEN ASIAANTUNTIJALÄHDE, 2026**

Ominaisuus	Arvo / vaatimus	Standardi
Neliöpaino	140 g/m <sup>2</sup>	EN ISO 12127:1997
Materiaalikoostumus	100 % merinovilla	ISO 11827:2012; ISO 1833-1:2010
Kuituhienous	17,5 µm	EN ISO 137:2015
Neulosrakenne	Single jersey (sileä neulos)	–
Palosuojaus	Rajoitettu liekin leviäminen	EN ISO 15025:2016 (menetelmä A)
Sulamiskäyttäytyminen	Ei saa sulaa tai valua	Testiraportti 5180506–3 rev.1
Värinkesto (keinovalo)	≥ 4	EN ISO 105-B02:2014
Värinkesto (pesu)	≥ 3	EN ISO 105-C12:2004

Ominaisuus	Arvo / vaatimus	Standardi
Värinkesto (hikoilu)	$\geq 3$	EN ISO 105-E04:2013
Värinkesto (hankaus)	$\geq 3$	EN ISO 105-X12:2016
Kieroutuminen	$\leq 5 \%$	ISO 16322-3:2005; ISO 15797:2004
Mittamuutos	$\pm 8 \%$	ISO 5077:2007
Huolto	Pesu 40 °C, tasokuivaus	EN ISO 6330:2012

Taulukossa esitetyt vaatimukset osoittavat, että materiaalilta edellytetään samanaikaisesti hyvää käyttömukavuutta, rakenteellista kestävyyttä sekä paloturvallisuutta. (Puolustusvoimien asiantuntijalähde, 2026.)

### 3 Topin toimivuus käyttäjäkokemusten perusteella

Tässä luvussa tarkastellaan materiaalin ja rakenteiden vaikutusta alusvaatetopin käyttömukavuuteen. Tämän luvun tulokset perustuvat käyttäjäkyselyyn (Liite 2) sekä huollon asiantuntijahaastatteluun (Liite 3). Käyttäjäkyselyyn osallistui Puolustusvoimien pohjoisista palvelusyksiköistä 20 naispuolista varusmiestä, joilla NCU-toppi on ollut käytössä varusmiespalveluksen aikana. Tuloksissa yhdistyvät käyttäjäkokemukset sekä huollon näkökulmat vaateen toimivuuteen, käytettävyyteen ja kestävyteen liittyen. Kyselytutkimuksen tavoitteena oli kartoittaa käyttäjien kokemuksia topin toimivuudesta sen todellisessa käyttökontekstissa. Tarkastelun kohteena olivat käyttömukavuuteen, ihotuntumaan ja toiminnallisuuteen liittyvät haasteet sekä käyttäjien esittämät kehitystarpeet.

Sotilasvaatetuksessa alusvaate toimii osana kerrospukeutumiseen perustuvaa varustekokonaisuutta, minkä vuoksi sen tulee tukea käyttäjän toimintakykyä. (Puolustusvoimat, 2022). Alusvaatekerroksen tehtävänä on siirtää iholta muodostuva kosteus pois seuraaviin vaatekerroksiin, jotta iho pysyy mahdollisimman kuivana ja lämpömukavuus säilyy myös fyysisen rasituksen aikana. Materiaalien ja rakenteiden tulee lisäksi kuivua nopeasti, sillä kosteuden sitoutuminen vaatetukseen voi lisätä palelemisen riskiä etenkin pohjoisen kylmissä olosuhteissa. (Maanpuolustuskorkeakoulu, 2019.)

NCU-topin toimivuuteen vaikuttavat myös sotilasvaatetukselle asetetut paloturvallisuusvaatimukset, jotka rajaavat materiaalivalintoja ja rakenteellisia ratkaisuja verrattuna tavanomaisiin urheilu- ja aktiivivaatteisiin (Puolustusvoimat, 2023). Tämän vuoksi kaikkia käyttömukavuutta, joustavuutta ja tukea parantavia materiaaleja ei voida hyödyntää samalla tavalla kuin kaupallisissa urheiluvaatteissa.

Kyselyyn vastanneet naispuoliset varusmiehet suhtautuivat myönteisesti Puolustusvoimien viimeaikaiseen varustekehitykseen, jossa on pyritty huomioimaan erilaisia kehotyyppejä. He pitivät tärkeänä, että naistyypilliselle kehomallille suunniteltujen vaatteiden kehittämisessä kuullaan naispuolisten käyttäjien kokemuksia ja tarpeita. Myös naispuoliset kantahenkilökunnan jäsenet toivoivat, että heidän käyttökokemuksiaan huomioitaisiin enemmän, sillä he käyttävät NCU-vaatejärjestelmää jatkuvasti työssään. Käyttäjälähtöinen varustekehitys on keskeisessä roolissa käyttömukavuuden ja toimivien ratkaisujen kehittämisessä. Nykyinen varustekehitys on pyrkinyt tukemaan sotilaan suorituskykyä siten, etteivät varusteet tai vaatteet kuormita käyttäjää tarpeettomasti.

### 3.1 Topin istuvuus ja tuki

Aineiston perusteella topin merkittävin toimivuutta heikentävä tekijä oli rinnan tuen puute. Vastaajista 45 % kertoi käyttävänsä toppia vaihtelevasti päivän tehtävien mukaan. Mikäli päiväohjelmaan sisältyi liikunnallisia suorituksia, toppi korvattiin usein omilla urheiluliiveillä.

NCU-vaatejärjestelmän topin toimivuudessa koettiin haasteita, eikä sen ominaisuuksien nähty vastaavan kaikilta osin käyttäjien tarpeita. Yli puolet vastaajista perusteli topin käyttämättä jättämistä epämukavalla mallilla. Eräs vastaajista kertoi käyttävänsä toppia lähinnä nukkuessa, koska silloin liikkumisen aiheuttamaa tuen tarvetta ei ollut. Nykyinen toppimalli ei tarjoa riittävää tukea liikunnan aikana, minkä vuoksi liikkuminen koettiin epämukavaksi ja jopa kivuliaaksi.

Rinnan tuki ei liity ainoastaan käyttömukavuuteen, vaan sillä on suora yhteys myös toimintakykyyn ja vaateen käytettävyyteen. Riittämätön rinnan tuki korostuu erityisesti liikunnallisissa tilanteissa, joissa vaateen tulisi stabiloida kehoa liikkeessä. (Haworth, Aitkenhead, Grecic & Chohan, 2022.) Liikunnallisten harjoitteiden aikana monet käyttivät omia urheiluliivejään, koska topin tarjoama tuki koettiin riittämättömäksi ja liikkuminen epämukavaksi. Osa ratkaisi ongelman käyttämällä omia liivejä tai pukemalla ne NCU-topin

alle. Omien urheiluliivien käyttö ei kuitenkaan välttämättä täytä Puolustusvoimien vaatetukselle asetettuja paloturvallisuusvaatimuksia. Tämä voi johtaa tilanteeseen, jossa käyttäjä joutuu valitsemaan käyttömukavuuden, toimintakyvyn ja turvallisuuden välillä. Havainto herätti käyttäjissä myös kysymyksiä NCU-topin käyttötarkoituksesta ja merkityksestä vaatejärjestelmässä, mikäli se ei vastaa sille asetettuja käyttövaatimuksia eikä käyttäjien tarpeita.

Käyttäjien kokemusten perusteella topin materiaali löystyi päivän aikana ja istuvuus heikkeni käytön myötä. Topin venyminen päivän aikana heikentää sen kykyä säilyttää toiminnalliset ominaisuutensa, mikä ilmenee epämukavuutena ja jatkuvana tarpeena säätää vaatetta käytön aikana. Iltapäivään mennessä materiaali oli venynyt selkeästi eikä rakenne palautunut alkuperäiseen muotoonsa. Heikko istuvuus lisäsi tarvetta korjailla vaateen asentoa toistuvasti käytön aikana.

Topin tukevuus ja istuvuus nousivat olennaisiksi kehityskohteiksi, sillä niiden parantamisen koettiin lisäävän vaateen käytettävyyttä. Aiemmissa tutkimuksien (Haworth, ym. 2022; McGhee & Steele, 2010) mukaan rintojen liike ja rintaliivien istuvuus ovat yleisiä huolenaiheita fyysisen aktiivisuuden yhteydessä. Rinnan riittävä tuki vähentää liikkeen aiheuttamaa kuormitusta ja mahdollista kipua. Alusvaatetopin keskeiseksi tehtäväksi nähtiin rintojen liikkeen hallinta fyysisen toiminnan aikana. (McGhee & Steele, 2010.)

Topin tarjoama tuki väheni päivän aikana rakenteen löystymisen seurauksena, mikä viittaa materiaalin ja rakenteen rajalliseen kykyyn säilyttää ominaisuutensa pitkäaikaisessa käytössä. Puolustusvoimien suuri huoltokertojen määrä kuormittaa materiaaleja merkittävästi, minkä vuoksi rakenteellinen kestävyys korostuu erityisesti joustavissa ja kevyissä neuloksissa. Kyselyn perusteella nykyisen alusvaatetopin materiaali ja rakenne eivät vastaa näitä toiminnallisia vaatimuksia.

Topin rajallisen kokovalikoiman (XS–2XL) vuoksi käyttäjät joutuivat usein valitsemaan lähimpänä omaa kokoa olevan vaihtoehdon. Tämä aiheutti haasteita vaateen istuvuudessa, esimerkiksi tilanteissa, joissa rinnan ympäryys oli vyötärön ympärystä suurempi ja sama toisin päin. Jos koko valikoitui vartalon yleisen koon mukaan, rinnat eivät välttämättä mahtuneet vaatteeseen tai ne puristuivat epämukavasti. Mikäli toppi taas valittiin rinnan ympäryksen mukaan, vaateen alaosa jäi liian löysäksi eikä tuki pysynyt riittävänä.

### 3.2 Topin materiaali ja ihotuntuma

Useat vastaajat kokivat topin merinovilla materiaalin epämukavana ja etenkin kosteana se oli hyvin kutiava. Merinovillaa käytetään teknisissä vaatteissa ja aluskerroksissa muun muassa sen antibakteeristen ja kosteudensiirto ominaisuuksiensa vuoksi (Fowler, ym., 2019). Vaikka merinovillaa pidetään pehmeänä materiaalina, rintakehän herkkä ihoalue voi silti reagoida siihen aiheuttaen ihoärsytystä ja epämukavaa ihotuntumaa.

Merinovilla on huollon näkökulmasta vaativa materiaali, sillä se on altis kutistumiselle, huopumiselle ja nyppyyntymiselle myös huolto-ohjeita noudatettaessa. Nämä ovat materiaalille tyypillisiä ominaisuuksia, jotka tulee huomioida sekä pesuprosesseissa että vaateen käyttöiän arvioinnissa. Tutkimuksessa materiaalin nyppyyntyminen lisäsi topin pintarakenteen aiheuttamaa karkeaa ihotuntumaa.

NCU-toppi on valmistettu hienosta merinokuidusta yksinkertaisella neuloksella, minkä vuoksi toppi on läpikuultava. Käyttäjät kokivat materiaalin läpikuultavuuden epämukavaksi ja siitä aiheutui kiusallisia tilanteita. Ongelma ei poistunut, vaikka topin päälle puettiin t-paita, sillä myös se on merinovillasta valmistettu ja iho kuului molempien läpi. Tämä lisäsi tarvetta käyttää t-paidan alla omaa toppia, mutta omien vaatteiden käyttö kaikissa tilanteissa ei kuitenkaan ole mahdollista. Esimerkiksi polttotaisteluradalla paloturvallisuus syistä omien vaatteiden käyttäminen on kielletty. Käyttäjät joutuivat tasapainoilemaan käyttömukavuuden ja turvallisuuskysymysten välillä.

Topin käytännöllisyyttä pohdittiin myös huollon näkökulmasta. Jos vaateen toimivuus edellyttää käyttäjältä omia alusvaatteita riittävän tuen ja peittävyuden saavuttamiseksi, vaatteiden huolto jää varusmiehelle itselleen. Pitkät leiriolosuhteet ja kasarmijaksot asettavat omat haasteensa huoltotoimenpiteille ja useamman vaihtovaateen hankkiminen voi olla tarpeen.

### 3.3 Topin rakenne ja käytettävyys

Tutkimuksessa havaittiin topin rakenteelliseen toimivuuteen liittyviä haasteita, jotka koskivat erityisesti mittapysyvyyttä sekä pukemisen ja riisumisen vaikeutta. Kokemusten perusteella topin ohut merinovillaneulos löystyi käytön aikana, ja päivän loppua kohden vaate oli selkeästi

venynyt. Toppi palautui alkuperäiseen muotoonsa pesun yhteydessä, mutta vaatteen kyky säilyttää muotonsa ja rakenteellinen palautuvuus ei ollut riittävä aktiiviseen käyttöön.

Tukematon ja käytössä venyvä vaate aiheutti turhaa korjailua ja kohderyhmässä varauduttiin usein käyttämään omaa urheilutoppia päivinä, jolloin tiedossa oli liikuntaa tai muuta fyysistä räsitystä. Topin kevyt ja periksi antava yksikerrosneulosrakenne tuki hengittävyttä, mutta rakenteen mittapysyvyys ja palautuvuus eivät olleet riittäviä.

Kyselyaineiston perusteella topin käytössä korostuivat pukemiseen ja riisumiseen liittyvät haasteet. Vaikka 72 % vastaajista arvioi topin olevan helppo pukea ja riisua, käytännön tilanteissa ongelmia esiintyi, varsinkin topin ollessa kostea. Nihkeä toppi koettiin vaikeaksi riisua, mikä saattoi hidastaa toimintaa tilanteissa, joissa varusteiden vaihtamisen tulisi olla nopeaa ja sujuvaa. Käytettävyyshaasteita lisäsi myös topin tasapaksu yhtenäinen rakenne, se ja kiinteä kuminauha vaikeutti vaatteen pukemista ja riisumista. Suljettu malli koettiin hankalaksi etenkin silloin, kun toppi oli hikoilun seurauksena tarttunut ihoon. Toistuvien haasteiden vuoksi vaatteen käytettävyys koettiin melko heikoksi.

### 3.4 Huollettavuuden näkökulma materiaalin ja rakenteen toimivuuteen

Materiaalien ja rakenteiden soveltuvuutta arvioitaessa on huomioitava myös huollon vaikutus kestävyys- ja käyttömukavuuteen. Toistuva pesu ja kulutus heikentävät materiaalien ominaisuuksia, mikä kertaantuu pitkällä aikavälillä. Tämän vuoksi materiaalivalintojen arvioinnissa on huomioitava myös materiaalien kestävyys ja rakenteen säilyvyys.

Materiaalien ja rakenteiden soveltuvuutta arvioitaessa on huomioitava tekstiilin elinkaari tavoitteet. Keskitetty huoltojärjestelmä mahdollistaa yhtenäiset toimintatavat sekä materiaalien systemaattisen seurannan. Huollon ensisijainen tavoite on palauttaa varusteet ja vaatteet käyttötarkoitustaan vastaavaan kuntoon.

Huollon näkökulma saatiin asiantuntijahaastattelun avulla (Liite 3. Huollon haastattelu, 27.02.2026). Asiantuntija haastattelun tavoitteena oli kerätä tietoa, miten huoltoprosessi vaikuttaa materiaaleihin sekä rakenteisiin ja mikä niiden vaikutus on sotilasvaatetuksen kestävyys- ja käyttöikänsä. Tulokset täydentävät käyttäjäkokemuksiin perustuvaa aineistoa.

Puolustusvoimien huoltoprosessiin kuuluu teollinen pesu, jossa eri vaatetusnimikkeille on määritelty omat pesuohjelmansa. Pesulämpötilat vaihtelevat tyypillisesti 40–60 °C:n välillä, ja

kaikki pestävät tuotteet rumpukuivataan. Materiaalikohtaiset erot huomioidaan pesuohjelmissa, ja esimerkiksi merinovillalle on määritelty omat käsittelyohjelmansa. Huollon näkökulmasta toistuvat pesu- ja kuivausprosessit kuitenkin heikentävät väistämättä materiaalien ominaisuuksia, kuten elastisuutta, mittapysyvyyttä, rakenteellista palautuvuutta ja tukevuutta. (Huollon asiantuntija haastattelu 2026.)

Käyttäjäkokenusten perusteella topin tarjoama tuki väheni päivän aikana käytön myötä, mikä viittaa materiaalin ja rakenteen rajalliseen kykyyn säilyttää ominaisuutensa. Huoltokertojen suuri määrä vaikuttaa luonnollisesti myös tähän. Rakenteellinen kestävyys on keskeinen tekijä, sillä erityisesti joustavat ja kevyet neulokset menettävät herkemmin ominaisuutensa toistuvassa huollossa (Boncamper 2011, Risikko & Marttila-Vesalainen 2006.) Näiden lisäksi pintarakenteen muutokset, kuten nukkaantuminen ja nyppyyntyminen, vaikuttaa suoraan käyttömukavuuteen ja lisää ihoärsytystä.

Merinovillan huoltoon liittyy materiaalille ominaisia erityispiirteitä, jotka huomioidaan sekä pesuprosesseissa että vaateen elinkaaren hallinnassa. Huoltotoimenpiteet voivat aiheuttaa vaatteisiin myös rakenteellisia muutoksia. Topin kohdalla, sen ohut ja läpikuultava neulos koettiin kulutukselle herkäksi, ja rakenteen heikkeneminen arvioitiin lisäävän vaurioitumisen riskiä. Tämän lisäksi rinnan alla oleva kuminauha, jota pidettiin topin keskeisenä tukielementtinä, menetti napakkuuttaan toistuvien pesukertojen seurauksena.

Huollosta saatava tieto on tärkeä osa vaatetuksen kehittämistä. Vaatetuskorjaamon asiantuntijat osallistuvat tuotekehitykseen tuomalla esiin erityisesti korjattavuuteen, kestävyYTEEN ja pesunkestoon liittyviä näkökulmia. Lisäksi Puolustusvoimat kerää käyttäjäpalautetta järjestelmäkeskuksen kautta, jolloin käytännön käyttötilanteissa havaitut ongelmat ja kehitystarpeet voidaan huomioida osana tuotekehitysprosessia.

Teknisten vaatteiden kestävyys ja toimivuus perustuvat materiaalien, rakenteiden ja valmistusmenetelmien muodostamaan kokonaisuuteen. Kuitujen ominaisuudet, neulosrakenteet ja teollinen valmistus vaikuttavat vaateen kykyyn kestää mekaanista rasitusta, säilyttää muotonsa ja säilyä turvallisena käytössä. Huolto ja pesu aiheuttavat vaurioita teknisten, käsiteltyjen ja paloturvallisten vaatteiden ominaisuuksissa, mikä vuoksi huolto-ohjeita on seurattava tarkoin. Huollon vaikutukset näkyvät myös nyppyyntymisenä, värimuutoksina ja kuitujen mekaanisena kulumisena. Palosuojakäsitteltyt materiaalit ovat erityisen herkkiä huollolle, sillä pesu, mekaaninen kulutus ja pesuaineet voivat heikentää palosuojakemikaalien tehoa. Tämän vuoksi paloturvallisten vaatteiden huolto-ohjeet ovat

tarkasti määriteltyjä, ja niiden noudattaminen on tärkeä osa vaatteen turvallisuutta ja käyttöikää. (Puolustusvoimat 2013.)

Kestävyyden arvioimiseksi käytetään standardoituja testausmenetelmiä, joilla voidaan mitata materiaalien mekaanisia, termisiä ja kosteusteknisiä ominaisuuksia. (Kadolph 2014, Boncamper 2011.) Luonnonkuidut, kuten merinovilla, säilyttävät ominaisuutensa melko hyvin, mutta voivat kutistua, huopua ja nyppyntyä vääränlaisessa tai toistuvassa pesussa (Fowler, Fowler & Lorenz 2019). Vaatehuollon näkökulmasta materiaalien tulee olla riittävän laadukkaita kestääkseen toistuvaa teollista huoltokäsittelyä. Tuotekehityksessä on huomioitava pesunkestävyys, mittapysyvyys ja värinkesto jo materiaalivalintavaiheessa. (Puolustusvoimat 2013; Kadolph, 2014, s. 471–500.) Huoltokiertoa ja vaatetushuollon toimintatapoja kehitetään osana Puolustusvoimien huoltojärjestelmää. (Puolustusvoimat 2024; Huollon asiantuntijahaastattelu 2025)

## 4 Topin kehitysehdotukset

Tämän tutkimuksen käyttäjäkyselyn tulosten perusteella topin kehitystarpeet liittyivät erityisesti topin tarjoamaan tukeen, ihotuntumaan, istuvuuteen sekä vaatteen käytettävyyteen ja toiminnallisuuteen. Kehitysehdotuksissa pyrittiin tarkastelemaan, miten NCU-vaatejärjestelmään kuuluvan topin materiaaleja ja rakenteellisia ratkaisuja olisi mahdollista kehittää toiminnallisuuden ja käyttömukavuuden parantamiseksi. Kehitysehdotukset perustuvat naispuolisten varusmiesten kokemuksiin sekä tutkimuksessa tehtyihin havaintoihin.

Kehitysehdotuksissa materiaalivalinnat, neulosrakenteet, rakenteelliset ratkaisut ja käyttäjäkokemukset liittyvät tiiviisti toisiinsa. Yksi kehitystekijä voi vaikuttaa samanaikaisesti useaan vaatteen ominaisuuteen. Toimiva ratkaisu edellyttää materiaalien, rakenteiden ja käyttäjäkokemuksen yhteensovittamista siten, että vaatteen toimivuus, käyttömukavuus, ja huollettavuus tukevat toisiaan tasapainoisesti.

## 4.1 Kehitysehdotukset topin istuvuuteen ja tukeen

Alusvaatetopin istuvuus, rintojen tuki ja käyttömukavuus muodostuvat useiden tekijöiden yhteisvaikutuksesta. Näihin vaikuttavat esimerkiksi materiaalivalinnat, materiaalien elastisuus ja palautuvuus, neulosrakenteet sekä vaateen rakenteelliset ratkaisut. Topin kehittämisessä tärkeimpänä tavoitteena on rintojen riittävän tuen parantaminen, jotta aktiivinen liikkuminen ja fyysiset suoritukset olisivat mahdollisia ilman kipua, epämukavuutta tai rintojen liikkeestä aiheutuvaa haittaa. Riittävä tuki vaikuttaa samalla käyttömukavuuteen, ergonomiaan sekä siihen, kuinka hyvin vaateen istuvuus säilyy aktiivisessa käytössä. Tuen parantaminen voisi myös vähentää jatkuvaa vaateen korjailun tarvetta ja ehkäistä tilanteita, joissa keskittyminen voi häiriintyä suorituksen aikana.

Istuvuuteen ja rintojen tukemiseen vaikuttavat kuidun ominaisuudet, vaateen leikkaus sekä neulosrakenne. Käytössä venyvä materiaali heikentää topin napakkuutta päivän aikana, jolloin materiaalivalinnan ja rakenteen merkitys korostuu. Tukevuutta voitaisiin lisätä esimerkiksi tiiviimmällä neulosrakenteella, vahvemmillä kuitumateriaaleilla tai monikerroksisilla ratkaisuilla. Rakenteellisesti tukevampi toteutus voisi parantaa topin muodon säilymistä aktiivisessa käytössä ja vähentää vaateen korjailun tarvetta liikkumisen aikana. Lisäksi erilaiset leikkausratkaisut ja monikerroksiset rakenteet voisivat parantaa topin istuvuutta.

Nykyinen XS–2XL-kokojärjestelmä ei huomioi riittävästi käyttäjien yksilöllisiä kehon mittasuhteita, erityisesti rinnanympäryksen ja vyötärön ympäryksen välisiä eroja. Tämän vuoksi topin istuvuus voi jäädä puutteelliseksi, mikäli koko joudutaan valitsemaan vain yhden mitoituksen perusteella. Säädetävillä olkaimilla sekä rinnan ympäryksen säätömahdollisuuksilla voitaisiin lisätä topin mukautuvuutta erilaisille vartalotyypeille ilman, että vaateen napakkuus heikkenee. Samalla säätövara voisi laajentaa nykyisen kokojärjestelmän toimivuutta ja vähentää tarvetta useille erillisille kokovaihtoehdoille. Leveämmät olkaimet ja alaresorit jakavat painetta tasaisemmin sekä vähentää hiertymistä tilanteissa, joissa kannetaan raskaita varusteita. Nämä ratkaisut lisäävät jämakkyyttä ja istuvuutta.

Toistuva pesu, kuivaus ja käytön mekaaninen rasitus kuluttavat materiaaleja sekä heikentävät rakenteen kestävyttä ja topin mittapysyvyyttä. Tuotekehitystyössä materiaalien ja neulosrakenteiden kestävyteen tulee siksi kiinnittää erityistä huomiota.

Tutkimuksen aikana nousi esiin myös avattavan toppi mallin mahdollisuus. Käyttäjät kokivat, että kauttaaltaan tasapaksu rakenne vaikeutti topin pukemista. Pesun jälkeen varsinkin, kun topin rakenne oli vielä vakaa. Avattava malli helpottaisi nihkeän topin pukemista ja riisumista ja elastinen rakenne ei ole silloin niin tarpeen. Paloturvallisuusvaatimusten vuoksi topin materiaalien tulee olla luonnonkuituja ja elastiset synteettiset kuidut eivät ole silloin vaihtoehto. Yhtenäinen malli edellyttää topin pukemista pään kautta, minkä vuoksi materiaalin ja rakenteen tulee joustaa riittävästi pukemisen mahdollistamiseksi. Avattava malli mahdollistaisi myös tukevamman malli- ja neulosrakenteen ilman, että vaateen pukeminen vaikeutuisi.

## 4.2 Kehitysehdotukset materiaaleihin ja käyttömukavuuteen

Materiaalien kehittämisessä tärkeimmiksi tavoitteiksi nousivat ihotuntuman, käyttömukavuuden sekä materiaalin toiminnallisten ominaisuuksien parantaminen. Teknisen vaateen ominaisuudet parantavat vaateen kosteudenhallintaa sekä lämmönsäätelyä. Myös ergonominen muotoilu, säädettävät yksityiskohdat ja rakenteelliset ratkaisut vaikuttavat merkittävästi vaateen käyttömukavuuteen ja siten myös käytettävyyteen. (Kadolph 2014; Uusityyli.fi n.d.)

Kuidut muodostavat teknisen vaateen toiminnallisen perustan, sillä ne määrittävät suurelta osin materiaalin teknisen suorituskyvyn ja kestävyuden. Tekstiilimateriaalien ominaisuudet perustuvat niiden fysikaaliseen- ja molekyylitason rakenteeseen ja kemialliseen koostumukseen. (Kadolph, 2014.) Kuitutyyppeistä vaikuttaa materiaalin rakenteeseen, joustavuuteen, kosteudenhallintaan ja käyttö- ja ihotuntumaan. Esimerkiksi filamentti- ja katkokuidut eroavat toisistaan rakenteensa ja käyttöominaisuuksiensa osalta. (Kadolph, 2014.) Kuidun halkaisija ja rakenne vaikuttavat materiaalin pehmeuteen, kestävyuteen ja käyttömukavuuteen, mikä on huomioitava topin materiaalikehityksessä (Kadolph, 2014).

Toppi on 100 % merinovillaa ja sen etuina pidetään luonnollista antibakteerisuutta, hyvää kosteudensiirtokykyä sekä lämmöneristävyttä. Merinovilla säilyttää lämmöneristävytensä myös kosteana, minkä vuoksi sitä käytetään paljon teknisissä alusvaatteissa, aluskerrastoissa ja ulkoiluvaatteissa. Villakuitujen luonnollinen kiharuus sitoo ilmaa kuitujen väliin ja parantaa lämmöneristystä. Myös tämän tutkimuksen tuloksissa merinovilla koettiin laadukkaaksi kuitumateriaaliksi. Vaateen hengittävyys on myös tärkeää, jotta vaate myös kuivuu nopeasti. (Kadolph, 2014; Fowler ym., 2019.) Sotilasvaatetuksessa näiden ominaisuuksien merkitys

korostuu toiminnan luonteen vuoksi, sillä se sisältää usein vuorotellen fyysisesti kuormittavaa liikkumista ja pitkiä paikallaanolojaksoja vaihtelevissa sääolosuhteissa. Esimerkiksi vartiointi-, tiedustelu- ja tarkkailutehtävissä vaatetuksen tulee ylläpitää käyttömukavuutta ja lämpötasapainoa. (Scott, 2005; Kadolph, 2014; Rissanen ym., 2021.)

Paloturvallisuus on keskeinen osa sotilasvaatetuksen materiaalivalintoja. Merinovilla on luonnostaan paloturvallinen, sillä se syttyy heikosti, hiiltyy ennemmin kuin sulaa ja kestää korkeita lämpötiloja paremmin kuin monet muut tekstiilikuidut. NCU-topin paloturvallisuusvaatimus tulee täyttää niin sanottu no melt / no drip -periaate, mikä tarkoittaa, ettei materiaali sula eikä valu korkeassa lämpötilassa. Paloturvallisuusvaatimukset rajaavat lastisten synteettisten kuitujen käyttöä, minkä vuoksi topin joustavuuden tulee perustua ensisijaisesti neulosrakenteeseen eikä synteettisiin elastaanikuituihin. (Fowler ym., 2019; Puolustusvoimat, 2013; Logistiikkalaitos, 2025.) Bambu tarjoaa pehmeän ihotuntuman ja tehokkaan kosteudensiirron, kun taas Tenceliä käytetään erityisesti ihoa vasten käytettävissä tuotteissa sen pehmeiden, kestävyiden ja kosteudensitomiskyvyn vuoksi (Lenzing AG, 2024).

Merinovillan aiheuttaman ihoärsytyksen vuoksi vaihtoehtoiset kuitumateriaalit nousevat tarkasteltaviksi. Ihotuntuman ja käyttömukavuuden parantamiseksi ihoa vasten tulevassa kerroksessa voitaisiin hyödyntää pehmeämpiä kuitumateriaaleja, kuten esimerkiksi kasvipohjaista bambukuitua tai muuntokuituihin kuuluvaa Tenceliä. Vaihtoehtoiset pehmeät kuitumateriaalit voivat vähentää ihoärsytystä ja kaksikerrosrakenne mahdollistaisi kahden kuitumateriaalin yhdistämisen samassa neulosrakenteessa. (Giesswein, 2020; Fowler ym. 2019; Kadolph 2014; Lenzing AG 2024.) Selluloosapohjaiset kuidut syttyvät kuitenkin herkemmin kuin esimerkiksi villa, minkä vuoksi rakenteessa tulee olla mukana myös paloturvallisempi kuitu. (Kadolph, 2014; Horrocks & Anand, 2000; Fowler ym., 2019; Lenzing AG, 2024.)

Tekstiilikehityksessä tulee huomioida myös kustannustehokkuus ja ekologisuus. Kuituvertailussa esimerkiksi lyocell tunnetaan suljetun kierron tuotantoprosessistaan ja ekologisena vaihtoehtona. Mutta sen valmistusprosessin kustannukset ovat muita korkeampia. Kehitysehdotuksissa tulee huomioida myös materiaalien saatavuus ja kustannukset, jotta ratkaisut soveltuvat käytännössä laajamittaiseen tuotantoon

Tämän vuoksi materiaalivalinnoissa joudutaan tasapainoilemaan toimivuuden, paloturvallisuuden, kestävyiden, huollettavuuden, saatavuuden ja kustannustehokkuuden välillä. (Puolustusvoimien asiantuntijatieto, 2026.)

### 4.3 Kehitysehdotukset topin rakenteeseen ja käytettävyyteen

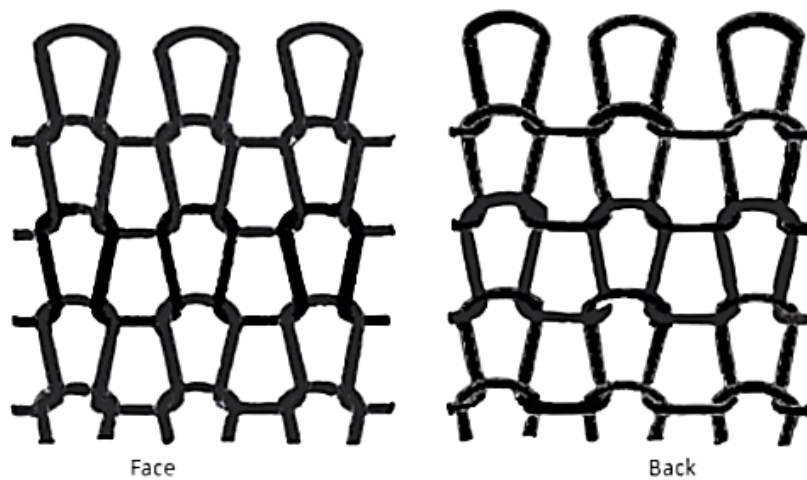
Rakenteellisilla ratkaisulla voidaan parantaa esimerkiksi vaatteen tukevuutta ja kestävyyttä. Neulosrakenne muodostuu toisiinsa liittyvistä silmukoista, joiden tyyppi, sijainti ja tiheys vaikuttavat materiaalin fysikaalisiin ja mekaanisiin ominaisuuksiin. Rakenteellisilla ratkaisulla voi vaikuttaa lisäksi vaatteen lämpöominaisuuksiin ja kosteudenläpäisevyyteen. (Ahmed ym. 2015; Jhanji, Gupta & Kothari 2015; Kadolph 2014.)

Yksikerrosneulokset ovat rakenteeltaan kevyitä, joustavia ja hengittäviä, minkä vuoksi niitä käytetään yleisesti alusvaatteissa. Tavallisia yksikerrosrakenteita ovat single jersey- ja rib-neulokset, joista NCU-topissa käytetty rakenne on single jersey -neulos. (Spencer, 2001; Kadolph, 2014.) Yksikerrosrakenteet eivät kuitenkaan välttämättä tarjoa riittävää tukevuutta vaatteisiin, joissa edellytetään enemmän tukea ja rakenteellista vakautta, kuten toppeihin ja liiveihin.

Yksikerrosrakenteiden heikkouksina voidaan pitää huonoa mittapysyvyyttä, reunojen kihartumista, rakenteen läpikuultavuutta ja vähäisempää kulutuskestävyyttä verrattuna kaksikerrosrakenteisiin. NCU-topin käyttäjäkokemuksissa nousi esiin läpikuultavuus, materiaalin ja rakenteen löystyminen pitkäaikaisessa käytössä. Rakenteellisilla ratkaisulla voisi olla merkitystä topin istuvuuden, napakkuuden ja muodonpysyvyyden kehittämisessä. (Kadolph 2014; Ahmed ym. 2015.)

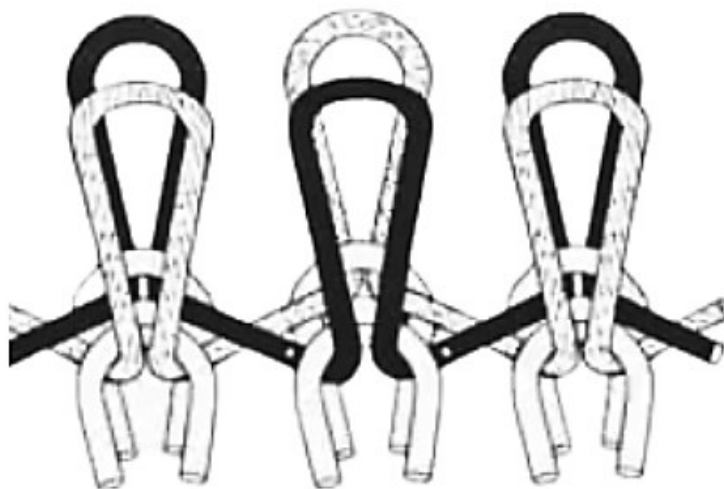
Kaksikerrosneulosrakenteita käytetään paljon teknisissä vaatteissa ja ne voisivat tarjota toimivan ratkaisun topin rakenteellisen toimivuuden parantamiseen. Kaksikerrosrakenteet muodostuvat kahdesta toisiinsa neulotuista neuloskerroksesta, minkä vuoksi ne ovat yksikerrosrakenteita vakaampia, paksumpia ja kestävämpiä. Yleisiä kaksikerrosrakenteita ovat interlock- ja double knit -rakenteet, joita käytetään teknisessä vaatetuksessa niiden hyvän mittapysyvyyden, pehmeiden ja kulutuskestävyyden vuoksi. Rakenne pysyy silti kuohkeana ja ilmavana.

Tiheämmällä neulosrakenteella vaate on todennäköisesti vähemmän läpikuultava, kuidusta huolimatta, ja tarjoaa samalla kaivattua rakenteellista tukea. Oikeilla kuitu- ja neulosrakenteilla voidaan parantaa vaatteen ominaisuuksia ja toiminnallisuutta. Kaksikerrosrakenteet sitovat ilmaa, mikä voi parantaa lämmöneristystä. Jos myös kuitumateriaali itsessään sitoo ilmaa tehokkaasti, lämmöneristysominaisuudet voivat edelleen parantua. (Kadolph, 2014; Ahmed ym., 2015; Suganthi & Senthilkumar, 2017.)



KUVA 12 SINGLE JERSEY -NEULOKSEN OIKEA JA NURJA PUOLI, FIBRE2FASHION 2026

Kuvassa 12 single jersey -neulosrakenteen oikea ja nurja puoli. Single jersey on yksinkertainen neulosrakenne. Rakennetta käytetään yleisesti esimerkiksi alusvaatteissa ja teknisissä aluskerroksissa sen ilmavuuden ja keveyden vuoksi. (Fibre2Fashion, 2026.)



KUVA 13 1×1 INTERLOCK -NEULOKSEN RAKENNE, DAS ET AL., 2017

Kuvassa 13 interlock-neulos muodostuu kahdesta toisiinsa sitoutuneesta neuloskerroksesta, minkä vuoksi rakenne on single jersey -neulosta paksumpi, tiiviimpi ja mittapysyvämpi. Rakenteen molemmat puolet ovat ulkonäöltään samankaltaisia, ja sitä käytetään usein teknisissä sekä lämpöä eristävissä vaatteissa. (Das et al., 2017.)

Rakenteensa ansiosta interlock-neulos on tavallista jersey-rakennetta muodonpysyvämpi, palautuvampi ja vähemmän läpikuultava. Samalla rakenne säilyttää neulokselle ominaisen hengittävyuden, joustavuuden ja pehmeuden, jotka ovat alusvaatteessa tärkeitä ominaisuuksia. Interlock-rakenne mahdollistaa myös kahden eri kuitumateriaalin yhdistämisen samaan neulokseen siten, että ihoa vasten voidaan sijoittaa pehmeämpi ja paremmin kosteutta siirtävä kuitu ja ulkopuolelle merinovilla. (Kadolph 2014.)

Vaihtoehtoisena rakenteellisena kehitysehdotuksena voi toimia kahdesta eri tekstiilirakenteesta tai materiaalikerroksesta valmistettu toppi. Tätä ratkaisua on käytetty paljon urheilutopeissa ja se napakoittaa rakennetta hyvin. Tämä mahdollistaa eri kuitumateriaalien hyödyntämisen siten, että ihoa vasten tulisi pehmeämpi ja ihoystävällisempi kuitu, kun taas ulkopuolelle paloturvallisuuskriteerit täyttävä kuitumateriaali. Monikerroksinen tekstiilirakenne parantaa topin mittapysyvyyttä ja tukevoittaa.

Monikerroksisella tekstiilirakenteella voi vaikuttaa myös käyttömukavuuteen siten, että kiinteästi läpiommellut pesulaput voitaisiin mahdollisesti sijoittaa kerrosten väliin. Tunniste- ja pesulaput eivät silloin olisi suorassa kosketuksessa ihoon, mikä vähentää ihoärsytystä. Rakenteella voidaan vähentää samalla saumojen suoraa ihokontaktia ja parantaa käyttömukavuutta. Vahvempi rakenne poistaa myös läpikuultavuuden.

Rakenteellisissa kehitysehdotuksissa korostuivat myös topin käytettävyyttä sekä soveltuvuus erilaisille kehotyypeille. Istuvuuden ja käyttömukavuuden parantamiseksi ehdotettiin esimerkiksi säädettäviä olkaimia, leveämpiä olkain- ja alaresoriratkaisuja sekä erilaisia muotoleikkauksia. Leveämmät olkaimet jakavat painetta tasaisemmin ja vähentää hiertymistä. Tämä korostuu tilanteissa, joissa käyttäjä kantaa raskaita varusteita.

Etu- tai takakiinnityksellä toteutettu avattava rakenne voisi helpottaa topin pukemista ja riisumista. Avattava malli mahdollistaisi napakamman ja rakenteellisesti tukevamman toteutuksen ilman, että se vaikuttaisi puettavuuteen.

Huollolla on tärkeä merkitys teknisten vaatteiden käyttöön ja toimivuuden säilymisessä. Toistuva pesu, kuivaus ja mekaaninen rasitus voivat aiheuttaa materiaaleissa rakenteellista

kulumista sekä malli- ja mittamuutoksia, mikä tulee huomioida topin rakenteellisessa kehittämisessä. Tekstiilisuunnitteluun kuuluu rakenne- ja materiaalivalintojen lisäksi myös huolto-ohjeiden laatiminen, kuten pesu-, kuivaus- ja hoitolämpötilojen määrittäminen. (Kadolph, 2014; Fowler ym., 2019; Puolustusvoimat, 2013.)

Kehitysehdotusten tueksi materiaalien ja rakenteiden toimivuutta voidaan arvioida standardoiduilla testausmenetelmillä, joilla tutkitaan esimerkiksi materiaalien mekaanisia, termisiä ja kosteusteknisiä ominaisuuksia. Laboratoriotestien lisäksi käyttäjätestauksella voidaan arvioida vaateen hengittävyyttä, kosteudenhallintaa, liikkumisen vapautta ja käyttömukavuutta käytännön käyttötilanteissa. Käyttötestauksen avulla voidaan täydentää laboratoriomittauksia sekä arvioida materiaalien ja rakenteiden toimivuutta todellisessa käytössä ennen laajempaa käyttöönottoa. (Suganthi & Senthilkumar, 2017; Kadolph, 2014; Puolustusvoimien asiantuntijatieto, 2026.)

## 5 Yhteenveto

Tutkimuksessa tarkasteltiin Puolustusvoimat Nordic Combat Uniform (NCU) -vaatejärjestelmään kuuluvan merinoalusvaatetopin materiaalien ja neulosrakenteiden toimivuutta sekä kehittämismahdollisuuksia Puolustusvoimien standardit ja kriteerit huomioiden. Tutkimus liittyy sotilasvaatetuksen varustekehitykseen, jossa korostuvat käyttömukavuus, toiminnallisuus, paloturvallisuus, huollettavuus ja pitkä käyttöikä.

Tutkimuksen tavoitteena oli tarkastella Puolustusvoimat NCU-vaatejärjestelmään kuuluvan naispuolisten varusmiesten alusvaatetopin materiaalien ja rakenteiden toimivuutta sekä kehittämismahdollisuuksia Puolustusvoimien vaatimukset huomioiden. Tutkimuksessa arvioitiin erityisesti topin käyttömukavuutta, tukevuutta, istuvuutta, materiaalien toimivuutta ja neulosrakenteiden vaikutusta vaateen käyttöominaisuuksiin. Aineisto koostui käyttäjäkyselystä, materiaalitutkimuksesta, asiantuntijahaastatteluista sekä kirjallisuus- ja lähdeaineistosta.

NCU-alusvaatetoppi ei kaikilta osin vastaa aktiivisen palveluskäytön asettamia toiminnallisia ja käyttömukavuuteen liittyviä vaatimuksia. Keskeiset haasteet liittyivät topin rakenteelliseen tukevuuteen, materiaalin ihotuntumaan, neuloksen venymiseen, muodon säilymiseen sekä vaateen istuvuuteen aktiivisessa käytössä.

Kyselytutkimuksen perusteella topin tärkeimpänä ominaisuutena pidettiin riittävää rintojen tukea. Nykyinen toppimalli ei kuitenkaan tarjoa riittävää tukea, minkä vuoksi käyttäjät ovat joutuneet etsimään vaihtoehtoisia ratkaisuja käyttömukavuuden ja toimivuuden parantamiseksi. Vaatteen huono istuvuus, epämukavuus ja jatkuva korjailun tarve voivat häiritä keskittymistä ja heikentää toimintakykyä palvelustehtävien aikana. Erityisesti sotilasympäristössä tämä voi lisätä virheiden ja vaaratilanteiden riskiä.

Topin toimivuus muodostuu materiaalien, neulosrakenteen ja vaatteen mallin yhteisvaikutuksesta, eikä pelkkä kuitumateriaalin vaihtaminen ratkaise havaittuja ongelmia. Tulokset osoittavat, että rakenteellisesti vakaammat kaksikerrosrakenteet voisivat parantaa topin tukevuutta, peittävyyttä, muodonpysyvyyttä ja käyttömukavuutta aktiivisessa käytössä.

Merinovilla osoittautui edelleen perustelluksi materiaaliksi ominaisuuksiensa, erityisesti paloturvallisuuden, antibakteerisuuden, kosteudenhallinnan ja lämmöneristävyuden vuoksi. Materiaalin käyttömukavuus kuitenkin heikkeni erityisesti pitkäaikaisessa ihokosketuksessa ja kosteana käytettäessä. Pesulaput, saumat ja materiaalin nyppyyntyminen aiheuttivat kutinaa ja epämiellyttävää ihotuntemusta.

Keskeisimmäksi kehityssuunnaksi muodostui siirtyminen yksikerroksisista neulosrakenteista kaksikerroksisiin rakenteisiin, kuten interlock- ja double knit -neuloksiin. Kaksikerrosrakenteet säilyttävät neulokselle ominaisen kuohkeuden ja hengittävyuden, mutta ovat samalla rakenteellisesti vakaampia ja tukevampia kuin yksinkertainen sileä neulos. Rakenteen avulla voidaan vähentää venymistä, parantaa mittapysyvyyttä, lisätä peittävyyttä sekä vähentää läpikuultavuutta aktiivisessa käytössä. Kaksikerrosrakenteet mahdollistaisivat eri kuitumateriaalien yhdistämisen samaan rakenteeseen. Ihoa vasten voitaisiin sijoittaa pehmeämpi ja paremmin kosteutta siirtävä materiaali, kun taas ulompi kerros tarjoaisi enemmän tukevuutta, peittävyyttä ja paloturvallisuutta. Lisäksi kaksikerrosrakenteet parantaisivat topin muodonpysyvyyttä, käyttömukavuutta ja rakenteellista tukea aktiivisessa käytössä. Rakenteella voitaisiin myös vähentää saumojen ja kiinteästi ommeltujen pesulappujen aiheuttamaa ihoärsytystä, jos ne sijoitettaisiin kerrosten väliin tai siten, etteivät ne olisi suorassa kosketuksessa ihoon.

Säädettävät olkaimet, rinnanympäryksen säätömahdollisuudet, leveämmät olkaimet ja alaresorit sekä rakenteellisesti tukevammat neulokset parantaisivat vaatteen istuvuutta, tukevuutta ja käyttömukavuutta ilman, että turvallisuusominaisuudet heikkenevät. Säätömahdollisuuksilla voitaisiin lisäksi huomioida paremmin käyttäjien erilaiset

kehonmuodot ja kokovaihtelut, mikä voisi tehdä topista toimivamman useammalle käyttäjälle. Säättömahdollisuuksilla voitaisiin huomioida paremmin käyttäjien erilaiset kehonmittasuhteet, sillä esimerkiksi rinnanympäryksen ja rintojen koon välinen suhde vaihtelee käyttäjittäin merkittävästi. Tämän vuoksi pelkkä perinteinen kokoluokitus ei välttämättä mahdollista riittävää istuvuutta ja tukea kaikille käyttäjille.

Näiden lisäksi avattavat rakenteelliset ratkaisut helpottaisivat topin pukemista ja riisumista erityisesti silloin, kun kangas on kosteana nihkeä. Puettavuus ja riisuttavuus ovat tärkeitä käyttömukavuuden kannalta fyysisen rasituksen, nopeiden varustevaihtojen ja kenttäolosuhteiden aikana.

Tutkimuksessa korostui myös huollon vaikutus vaateen käyttöikään ja toiminnallisuuteen. Toistuva pesu, kuivaus ja käytönaikainen rasitus vaikuttavat materiaalien ja neulosrakenteiden ominaisuuksiin heikentävästi, mikä näkyy materiaalin venymisenä, palautuvuuden heikkenemisenä, nypyyntymisenä sekä ihotuntuman muuttumisena. Tulokset osoittavat, että huolto ja pitkä käyttöikä tulee huomioida jo materiaalien ja rakenteiden suunnitteluvaiheessa. Materiaalien ja rakenteiden tulisi säilyttää käyttömukavuus, tukevuus ja toiminnallisuus mahdollisimman pitkään aktiivisesta käytöstä ja huollosta huolimatta. Pitkän käyttöiän merkitys korostuu myös kustannustehokkuuden, huoltovarmuuden, ekologisuuden ja vastuullisen materiaalinkäytön näkökulmista.

Tulokset korostavat käyttäjälähtöisen varustekehityksen merkitystä sekä naistyypillisen fysiologian huomioimista sotilasvaatetuksen suunnittelussa. Istuvuuteen, rintojen tukeen ja käyttömukavuuteen liittyviä ratkaisuja voitaisiin hyödyntää myös sotilasvaatetuksen kehittämisessä. Vaatetuksen tulee tukea kaikkien käyttäjien toimintakykyä siten, ettei käyttäjän fysiologia muodostu liikkumista tai suoriutumista heikentäväksi tekijäksi. Urheilu- ja työvaatemarkkinoilla on jo kehitetty toimivia ratkaisuja istuvuuteen ja käyttömukavuuteen, joten vastaavien ominaisuuksien hyödyntäminen myös sotilasvaatetuksessa olisi mahdollista.

Tutkimus toteutettiin monimenetelmällisenä kokonaisuutena, ja eri aineistojen yhdistäminen mahdollisti ilmiön tarkastelun useasta näkökulmasta sekä vahvasti tutkimuksen luotettavuutta. Jatkotutkimuksessa olisi hyödyllistä tarkastella laajemmin erilaisten neulosrakenteiden pitkäaikaista kestävyyttä, materiaalikombinaatioiden toimivuutta sekä vaateen mallin vaikutusta käyttökokemukseen ja toiminnallisuuteen.

Tulosten tarkastelussa on huomioitava myös Puolustusvoimat tuotannon mittakaava, kustannustehokkuus ja materiaalien saatavuus. Naissotilaiden ja naispuolisten varusmiesten

määrä on edelleen suhteellisen pieni verrattuna koko käyttäjämäärään, mikä voi vaikuttaa erillisten rakenne- ja materiaaliratkaisujen tuotannolliseen kannattavuuteen. Samalla kyse ei kuitenkaan ole vähämerkityksisestä varusteesta, sillä rintojen tuki, istuvuus ja käyttömukavuus vaikuttavat suoraan käyttäjän toimintakykyyn palveluksen aikana. Käyttäjämäärien pienuus voi toisaalta mahdollistaa myös kohdennetumpien ratkaisujen kehittämisen ilman koko vaatejärjestelmää koskevia massatuotannon vaatimuksia.

Tutkimus osoittaa, että alusvaatetopin jatkokehittäminen on perusteltua. Toimiva kokonaisuus edellyttää materiaalien, neulosrakenteiden, rakenteellisten ratkaisujen ja käyttäjäkokemuksen yhteensovittamista siten, että käyttömukavuus, toimivuus, turvallisuus, huolto ja pitkä käyttöikä tukevat toisiaan tasapainoisesti.

## 6 Pohdinta

Texo ry:n myöntämä stipendi mahdollisti kokeellisen työskentelyprosessin toteuttamisen osana tutkimusta. Stipendin avulla pystyin hankkimaan materiaaleja sekä tarkastelemaan erilaisten kuitumateriaalien ja neulosrakenteiden ominaisuuksia suhteessa teoriaan ja käyttäjäkokemuksiin käytännön tasolla. Vaikka kokeellinen työskentely ei muodostanut varsinaista tutkimusaineistoa, se syvensi merkittävästi omaa ymmärrystäni materiaalien ja rakenteiden toiminnasta sekä auttoi hahmottamaan tutkimuksen kokonaisuutta. Osa aihealueesta oli minulle uutta, minkä vuoksi käytännön kokeilut tukivat oppimisprosessia ja auttoivat ymmärtämään esimerkiksi rakenteiden ja kuitujen ominaisuuksia. Samalla se vahvisti omaa tutkijaidentiteettiä ja ammatillista osaamista.

Kotimaisen tekstiilikoulutuksen merkitys nousi esiin erityisesti huoltovarmuuden näkökulmasta. Mikäli tekstiilisuunnittelun ja tuotekehityksen osaamista halutaan säilyttää Suomessa, myös alan koulutuksen jatkuvuudesta olisi tärkeää huolehtia. Tekstiilialan ammattilaisten lausunnot saivat pohtimaan voisiko esimerkiksi suomalainen lampaanvilla olla jollain tavalla osana Puolustusvoimien varustekehittämistä ja tukea mahdollisesti samalla huoltovarmuutta ja työllisyyttä. Kotimaisen tekstiiliteollisuuden mahdollisuuksia osallistua julkisiin hankintoihin voitaisiin vahvistaa esimerkiksi valtion tuella sekä hankintalainsäädäntöä kehittämällä (Valtiovarainministeriö, 2023).

Tekstiilisuunnittelijana opin konkreettisesti kuinka monimutkainen kokonaisuus sotilasvaatetuksen suunnittelu todellisuudessa on. Turvallisuusvaatimukset, kustannukset, huollettavuus ja laajan käyttäjäjoukon tarpeet vaikuttavat kaikki samanaikaisesti tuotekehittämiseen. Suunnitteluprosessi on laaja kokonaisuus, jossa kaikki osa-alueet vaikuttavat toisiinsa, eikä täydellistä ratkaisua ole aina mahdollista saavuttaa. Kustannustehokkaan tuotteen tulee toimia mahdollisimman monipuolisesti erilaisissa käyttöolosuhteissa, soveltua laajalle käyttäjäjoukolle ja säilyttää ominaisuutensa pitkän käyttöiän ajan. Tämä näkyy siinä, kuinka esimerkiksi materiaalien ja rakenteiden sekä käyttömukavuuden ja turvallisuuden välillä joudutaan tekemään kompromisseja.

Pohdin lisäksi millainen merkitys vaatetuksella, materiaaleilla ja tekstiilihuollolla on nykyaikaisessa sodankäynnissä ja sotilaan toimintakyvyn ylläpitämisessä. Aikaisemmista sodista tiedetään, että toimivalla vaatetuksella, hygienialla ja tekstiilihuollolla on merkittävä vaikutus sotilaiden terveyteen ja toimintakykyyn haastavissa olosuhteissa. Nykyiset globaalit kriisit ja sodankäynnin muuttuminen näyttävät millaisia vaatimuksia sotilasvaatetukselle, materiaalien kestävyydelle ja huollettavuudelle asetetaan. Esimerkiksi huollon vaikeutuminen, pitkät huoltovälit sekä muuttuvat taistelutilanteet voivat korostaa entisestään materiaalien toimivuutta, hygieni ominaisuuksia, käyttöikä ja huollettavuutta osana sotilaan kokonaisvaltaista toimintakykyä.

Huomaamattomilla tekijöillä, kuten vaatetuksella ja tekstiilihuollolla, on suuri merkitys sotilaan toimintakyvylle. Sotilasvaatetuksen kehittämisessä joudutaan tasapainoilemaan toimivuuden, kustannusten ja tuotannon mittakaavan välillä. Suurille käyttäjämäärille hankittavissa varusteissa yksittäisen tuotteen hinnan tulee pysyä kohtuullisena, minkä vuoksi kaikkia teknisesti edistyneimpiä ratkaisuja ei ole mahdollista toteuttaa laajamittaisesti. Tässä tutkimuksessa kyse ei kuitenkaan ole erikoisjoukoille suunnatusta erityisvarusteesta tai huipputasoisen urheiluvaatteesta, vaan peruskäyttöön tarkoitettu alusvaatteesta, jonka tulisi tukea käyttäjän toimintakykyä. Tämän tutkimuksen kohderyhmä on suhteellisen pieni verrattuna koko Puolustusvoimien varusmies- ja henkilöstömäärään, minkä vuoksi myös tuotantomäärät olisivat selkeästi maltillisempia. Toppi ei ole turha mukavuustuote, vaan sillä on konkreettinen vaikutus toimintakykyyn ja liikkumiseen. Väestörakenteen muutokset, syntyvyyden lasku sekä tarve ylläpitää riittävän laajaa ja toimintakykyistä reserviä, korostavat naisten roolia osana maanpuolustusta. Sotilaan toimintakyky rakentuu pitkälti toimivan

vaatetuksen, varusteiden ja huollon varaan, ilman tarkoituksenmukaisia tekstiilejä myös muun varustuksen käytännön toimivuus heikkenee.

## Kiitokset

Haluan kiittää Tex-Inno ry:tä vuonna 2025 myönnetystä opinnäyttestipendistä, jonka tuki kattoi kokeelliseen tutkimukseen liittyvät materiaalihankinnat, välineet sekä muut tutkimusprosessin kulut. Taloudellisen tuen lisäksi stipendin myöntäminen vahvisti käsitystä tutkimuksen ajankohtaisuudesta ja yhteiskunnallisesta merkityksestä. Reserviläisenä koen tutkimusaiheen tärkeäksi ja merkitykselliseksi, mikä motivoi ja innosti minua viemään tutkimusprosessia eteenpäin.

Lisäksi haluan osoittaa kiitokseni ohjaajalleni FT/PhD Johanna Oksaselle asiantuntevasta ja kannustavasta ohjauksesta sekä kaikkia tutkimuksen toteutumiseen osallistuneita henkilöitä ja tahoja heidän tuestaan tutkimuksen eri vaiheissa.

## Lähteet

Aarniaho, P. (1996). *Kaluunat ja rähinäremmit: Itsenäisen Suomen virkapuvut ja arvomerkit 1917–1945* (ss. 21–23).

Aclima. (n.d.). <https://www.aclima.com/>

Ahmed, A., Rahman, M., & Farha, F. I. (2015). Effect of knitted structure on the properties of knitted fabric. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 4(1), 1231–1235.

Antikainen, T., Hurme, M., Ilmarinen, R., Mäkinen, H., & Tammela, E. (1996). *Toimiva työ- ja suojavaatetus*. Työterveyslaitos.

Anttila, S. (2014). *Ergonomia, vaatetusfysiologia ja käyttäjälähtöisyys*.

Boncamper, I. (2011). *Tekstiilioppi*. Tampereen ammattikorkeakoulu.

Camopedia. (2021). *Finland*. <https://camopedia.org/index.php/Finland>

Cotton Monk. (2023). *Bamboo viscose vs bamboo lyocell*. <https://www.cottonmonk.com/>  
Viitattu: 24.5.2026

Das, S., Hossain, M., Rony, M. S. H., et al. (2017). Technical relationship analysis among GSM, count and stitch length of (1×1) rib and (1×1) interlock grey fabric. *Journal of Textile Science and Engineering*, 6(2).

Fletcher, K. (2014). *Sustainable fashion and textiles: Design journeys*. Routledge.

Fowler, J. F., Jr., Fowler, L. M., & Lorenz, D. (2019). Merino wool garments improve atopic dermatitis severity, pruritus and sleep disturbance. *Dermatitis*, 30(3).  
<https://doi.org/10.1097/DER.0000000000000449>

Gråsten, E., Kinnunen, P., Holappa, V., & Lahtinen, M. (2023). *Kriisit haastavat huoltovarmuuden – tarkastelussa tekstiili- ja vaateteollisuus*. Suomen Tekstiili & Muoti & Pellervon taloustutkimus PTT.

Haavisto, L. (2011). *Suomalaisen sotilaan historia: Ristiretkistä rauhanturvaamiseen*. Karttakeskus.

- Haworth, L., Aitkenhead, R., Grecic, D., & Chohan, A. (2022). Understanding experience, knowledge and perceived challenges related to bra fit for sports participation: A scoping review. *Research in Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1080/15438627.2022.2102922>
- Hirsjärvi, S., Remes, P., & Sajavaara, P. (2009). *Tutki ja kirjoita*. Tammi.
- Horrocks, A. R., & Anand, S. C. (2000). *Handbook of technical textiles*. Woodhead Publishing.
- Hu, J., Li, Y., Yeung, K., Wong, A., & Xu, W. (2005). Moisture management tester. *Textile Research Journal*, 75(1), 57–62.
- Huoltovarmuuskeskus. (2022). *Huoltovarmuus Suomessa*.  
<https://www.huoltovarmuuskeskus.fi/>
- Huoltovarmuuskeskus. (2023). *Tekstiilihuolto ja varautuminen*.  
<https://www.huoltovarmuuskeskus.fi/>
- Jaeger Platoon. (2026). *Uniforms of Finnish Armed Forces and Civil Guard*.  
<https://www.jaegerplatoon.net/UNIFORMS0.htm>
- Jamshaid, H., Khan, A., & Ahmad, N. (2023). New dimensions of various interlock knitted derivatives. *Journal of Natural Fibers*, 20. <https://doi.org/10.1080/15440478.2023.2253373>
- Jhanji, Y., Gupta, D., & Kothari, V. K. (2015). Thermo-physiological properties of knitted fabrics and clothing. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 40(4).
- Jäteläki 646/2011. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646> Viitattu 24.5.2026
- Kadolph, S. J. (2014). *Textiles* (11th ed.). Pearson.
- Koivisto, T. (2025). *Käyttäjälähtöinen malli- ja materiaalitutkimus Suomen Puolustusvoimien Nordic Combat Uniform -vaatejärjestelmään kuuluvasta topista*. Julkaisematon kandidaatintutkielma.
- Koskennurmi-Sivonen, R. (2004). *Tekstiilit ja vaatetus*. Helsingin yliopisto.
- Koskennurmi-Sivonen, R. (2012). *Johdatuksia pukeutumisen tutkimukseen*. Tekstiilikulttuuriseura.
- Kyröläinen, H. (2019). *Sotilaan toimintakyky*. Maanpuolustuskorkeakoulu.
- Lehtonen, J. U. E. (2003). *Sotilaselämän perinnekirja* (ss. 175–176). Ajatus Kirja.

- Leino, P. (1998). *Asepuku M/36 vuosina 1936–1945*. Wiking-Divisioona Oy.
- Lenzing AG. (2024). *TENCEL™ fibres*. <https://www.lenzing.com/> Viitattu 24.5.2026
- Logistiikkaupseerit ry. (2022). Vaatetus suojaa taistelijaa – Nordic Combat Uniform (NCU). *Logistiikkaupseeri-lehti*, 2/2022.
- Maanpuolustuskorkeakoulu. (2020). *Taistelijan varustus ja kuormitus*.
- Marttila-Vesalainen, R., & Risikko, T. (2005). *Vaatteet ja haasteet*. WSOY.
- McGhee, D. E., & Steele, J. R. (2010). Optimising breast support. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(6), 568–572.
- Meinander, H. (2011). Vaatteiden toimivuus ja tekninen vaatetutkimus. Teoksessa R. Koskennurmi-Sivonen (toim.), *Johdatuksia pukeutumisen tutkimukseen* (s. 95). Aalto-yliopisto.
- Merilehto, M. (2022). *Kestävän kehityksen opiskelu tekstiilisuunnittelussa*. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- NCU Group. (2026). *The NCU layering system*. <https://www.ncugroup.eu/the-ncu-layering-system/> Viitattu: 24.5.2026
- NORDEFECO. (2022). *Nordic Combat Uniform system*. <https://www.nordefco.org/>
- Onofrei, E., Rocha, A. M., Catarino, A., & Vasconcelos, R. (2011). Moisture management properties. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 6(3), 10–16.
- Permikangas, M.-L. (2025). Tekstiilit ovat osa huoltovarmuutta – Kyse on kansallisesta turvallisuudesta. *Suomen Tekstiili & Muoti*. <https://www.stjm.fi/>
- Puolustusministeriö. (2020). *Ensimmäinen yhteispohjoismainen hankintailmoitus Nordic Combat Uniform System (NCU) -taisteluasujärjestelmästä*.
- Puolustusvoimat. (2004). *Talvikoulutusopas*. Puolustusvoimat. Viitattu: 24.5.2026
- Puolustusvoimat. (2013). *Taistelijan vaatetus M05*. Puolustusvoimat.
- Puolustusvoimat. (2023). *Maastopuvut ja varustus*. <https://puolustusvoimat.fi/>
- Puolustusvoimat. (2024a). *Asevelvollisille jaettavien vaatteiden sekä varusteiden riittävyttä ja sopivuutta parannetaan*. <https://puolustusvoimat.fi/>

- Puolustusvoimat. (2024b). *Naisten vapaaehtoinen asepalvelus*. <https://puolustusvoimat.fi/>
- Puolustusvoimien logistiikkalaitos. (2022). *Pohjoismaisen NCU-taisteluasujärjestelmän toimittaja on valittu*. <https://puolustusvoimat.fi/>
- Rissanen, S., & Mänttari, S. (2021). *Lämpötasapaino ja vaatetus fysiologisesta näkökulmasta*.
- Risikko, T., & Marttila-Vesalainen, R. (2006). *Tekstiilioppi*. WSOY.
- Scott, R. A. (Ed.). (2005). *Textiles for protection*. Woodhead Publishing.
- Scurr, J., White, J., & Hedger, W. (2010). The effect of breast support on the kinematics of the breast during the running gait cycle. *Journal of Sports Sciences*, 28(10), 1103–1109. <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.497542>
- Sironen, J. (2019, April 29). Kevyempi varustus, tehokkaampi taistelija. *Ruotuväki*. <https://ruotuvaki.fi/>
- Spencer, D. J. (2001). *Knitting technology* (3rd ed.). Woodhead Publishing.
- Subburaayasaran, A. S., Sampath Kumar, S. K., Vasanth Kumar, D., Ramachandran, T., Prakash, C., & Vijayakumar, H. L. (2022). Comparative studies on thermal comfort properties of eri silk, wool/eri silk, cotton and microdenier acrylic double-layer knitted fabrics. *Journal of Natural Fibers*, 19(15), 11449–11457. <https://doi.org/10.1080/15440478.2022.2025982>
- Suomen Lammasyhdistys ry. *Suomalainen villa on eettinen ja ekologinen valinta*. <https://www.lammasyhdistys.fi/> Viitattu: 24.5.2026
- Suomen Tekstiili & Muoti ry. (2019). *4 x sporttivaatteiden uudet ominaisuudet*. <https://www.stjm.fi/fabmedia/tulevaisuus/4-x-sporttivaatteiden-uudet-ominaisuudet/>
- Suomen Tekstiili & Muoti ry. (2022). *Teknisten tekstiilien nykytila*.
- Suomen Tekstiili & Muoti ry. (2023a). *Huoltovarmuuden vahvistaminen vaatii kannustimia sekä yrityksille että julkisille toimijoille ja mittaria tuotantoketjujen kriisikestävyydelle*. <https://www.stjm.fi/>
- Suomen Tekstiili & Muoti ry. (2023b). *Tekstiiliala on tärkeä osa Suomen huoltovarmuutta*. <https://www.stjm.fi/>
- Suomen Tekstiili & Muoti ry. (2024). *Suositus hoito-ohjemerkkien sijoittamisesta vaatteissa ja tekstiileissä*. <https://www.stjm.fi/>

- Suomen Tekstiili & Muoti ry. (2025a). *Kuituopas*. <https://www.stjm.fi/>
- Suomen Tekstiili & Muoti ry. (2026a). *Tekstiilimateriaalit*. <https://www.stjm.fi/>
- Suomen Tekstiili & Muoti ry. (2026b). *Tekstiilissä vara parempi – kotimainen tekstiiliteollisuus kansallisen turvallisuuden turvaverkkona*. <https://www.stjm.fi/>
- Suganthi, T., & Senthilkumar, P. (2017). Thermo-physiological comfort properties of layered knitted fabrics for sportswear. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 27(4), 352–358.
- Tilastokeskus. (2024). *Syntyvyys ja väestörakenne*. <https://www.stat.fi/>
- Uusi-Uitto, S. (2019). *Puolustusvoimien vaatusmateriaalin kierrätys ja kiertotalous*.
- Valtiovarainministeriö. (2023). *Julkisten hankintojen käsikirja 2023* (Valtiovarainministeriön julkaisuja 2023:60). <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/165114>
- Yilma, K. T., & Limeneh, D. Y. (2021). Moisture management finishes: Mechanism and evaluation. *Journal of Natural Fibers*. <https://doi.org/10.1080/15440478.2021.1966566>

## Liitteet

### Liite 1. Tutkimuslupahakemukset

Hakijan ELI tutkijan tiedot

Tanya Koivisto, Lapin yliopisto; Muoti, tekstiilitaide ja materiaalitutkimus opiskelija

20.3.2024

Tutkimuslupahakemus koskee ensisijaisesti kandidaatin tutkielmaa, mutta tutkimusaineistoa mahdollisesti käytetään kandidaatin tutkinnon jälkeen myös pro gradu -tutkimuksessa. Tässä tapauksessa yhteyttä otetaan uudelleen ja varmistetaan tutkimusluvan voimassaolo.

Opinnäytteen ohjaaja

Johanna Oksanen FT, yliopistonlehtori

Tutkimukseni kohteena on Suomen Puolustusvoimien varusmiehen asukokonaisuus vaatesuunnittelun ja materiaalitutkimuksen näkökulmasta. Tarkoitus on käydä läpi Suomen sotilaan univormun historia ja kehitys, sekä tutkia nykyisten materiaalien toimivuus suhteessa pohjoisiin arktisiin ääriolosuhteisiin vuodenaikojen vaihtelut huomioon ottaen.

Olen suorittanut vapaaehtoisen asepalveluksen 2/99 palveluserässä Sodankylän jääkäriprikaatissa. Tutkimuksessa korostuu vaatetussuunnittelijan näkökulma, johon vaikuttaa oma varusmieskokemukseni taisteluväestöstä arktisissa olosuhteissa. Tutkimus tuottaa käytännönläheistä tietoa naistaistelijan tarpeista varustukseen nähden.

Tutkimuksen yleisen tason tavoitteena on tuottaa kartoitus nykyisin käytössä olevista vaatetusmateriaaleista ja verrata niitä aiemmin käytössä olleisiin vaatetusmateriaaleihin teknis

TUTKIMUSSUUNNITELMA

TUTKIMUSAIHE JA TUTKIMUKSEN TARKOITUS

en materiaalitutkimuksen näkökulmasta. Tutkimus tuottaa tietoa siitä, millaiset materiaalit olisivat parhaat mahdolliset arktisiin olosuhteisiin.

Käyttäjakeskeisen suunnittelun lähtökohtana on määritellyn kohderyhmän käyttäjien tarpeet sekä maantieteellisesti Suomen alueella vallitsevat vaihtelevat sääolosuhteet sekä ympäristöt. Materiaalikartoituksen perusteella suunnittelen naistyypillisille vartaloille soveltuvan alusvaatetuksen. Alusvaatekokonaisuuden suunnittelussa on kiinnitettävä merkittävästi huomiota materiaalivalintoihin. Lämpökuorman säätely eli kylmän eristäminen, viiman

torjunta, lämmityskyky sekä kosteuden siirtäminen pois iholta korostuvat taistelukenttien haastavissa olosuhteissa. Käyttötarkoitustaan palveleva asu parantaa merkittävästi taistelijan suorituskykyä, joten myös naistyypillisen vartalon fyysisten ominaisuuksien huomioon ottaminen vaatetuksessa lisää merkitystään suorituskyvyn kannalta tarkasteltuna.

Tutkimuksen aihe on ajankohtainen, sillä naisten vapaaehtoinen asepalvelus on tasaisesti kasvanut Suomessa. Myös koko muu maailma muuttuu enenevässä määrin tasa-arvoisemmaksi eri sukupuolten osalta. Muun muassa yhteismajoitus on otettu käytäntöön jo joissakin varuskunnissa. Suuren joukon keskeltä ei pitäisi erottaa yksittäistä taistelijaa, tässä tapauksessa naispuolista varusmiestä. Armeijan visuaaliseen ilmeeseen kuuluu yhtenevyys. Varusmiehen asukokonaisuus palvelee naisten tarvetta sulautua joukkoon sekä suojata kehoaan esimerkiksi varusmieskoulutukseen sisältyvissä moninaisissa varustevaihdoissa.

Tutkimusta suunniteltaessa on otettu huomioon mm. puolustusministeri J. Niinistön puheenvuoro päivärahoista ja vaatteen koon arvioimisesta. Lisään suunniteltavaan alusvaatekokonaisuuteen säädettävän urheilutopin, joka on mahdollista toteuttaa S-, M-, L- ja XL –koko taulukolla, kuten kaikki muutkin varusmiespalveluksessa käytettävät vaatekappaleet. Tätä kokoalikoimaa puoltaa myös Suomen puolustusvoimien asettamat kuntoisuusstandardit, joissa tarkastellaan myös fyysisen koon ja kestävyuden rajoituksia. Tasavertaisuuden kannalta katsottuna on tärkeää, ettei puolustusvoimat vaatetustarjonnankaan puolesta korosta tai erottele naispuolista varusmiestä muiden joukosta. Ymmärtääkseni tämä vaatetus käytäntö on käytössä useissa maissa ja edustaa Suomen paljolti arvostamaa edistyksellisyyttä.

Tutkimusluvan tarvitsen tarkastellakseni suomalaisen varusmiehen vaatetuksen materiaalien kehittymistä 90-luvulta tähän päivään.

#### TUTKIMUKSEEN TARVITTAVA AINEISTO

- taisteluvaatetusjärjestelmän tekniset tiedot (esimerkiksi nykyisen taisteluväestön materiaalit, huoltotoimenpiteet, mahdollisia tutkimustietoja nykyvarustuksen käytännön toimivuudesta, tiedot kaikista maavoimien käytössä olevista vaatetuskokonaisuuksista)
- jos mahdollista, käytössä olevien varusteiden/vaatetuksen piirroset/rakennekuvat (näissä riittää kuvat, joiden tutkimuskäyttö ja julkaiseminen tutkimusraportin yhteydessä on sallittua)

#### TUTKIMUSMENETELMÄT

Aineistolähtöinen sisällönanalyysi, jonka pohjalta tuotetaan alusvaatetuksen suunnittelu sekä materiaalien kartoitus.

#### TUTKIMUKSEN AIKATAULU

Kevät 2024: aineistonkeruu ja alustava rakenteellinen suunnittelu + alusvaatekokonaisuuden suunnittelu (ja suunnittelun dokumentointi)

Syksy 2024: aineisto olemassa, aineiston analyysi, raportin kirjoittaminen

Kevät (helmikuu) 2025: kandidaatin tutkielma viimeistään valmis.

Syksy 2025: Pro gradu -seminaarit alkavat, tarvittaessa tutkimusluvan uusiminen.

#### TULOSTEN JULKISUUS

Lapin yliopistossa kandidaatin tutkielmat tallennetaan yliopiston sisäiseen järjestelmään, johon ei ole pääsyä julkisilta hakupalveluilta. Tutkimuksen jatkuessa pro gradu -tasolle, tutkielma julkaistaan Lapin yliopiston Lauda-palvelussa, josta se on julkisesti löydettävissä. Tarvittaessa tutkielma tai osa siitä on mahdollista myös salata. Tutkielmia ja niiden sisältöjä käsitellään keskustellen seminaariryhmissä, mutta seminaarien sisällöt ovat luonteeltaan vaihtoehtoisuuden alaisia.

Kustannuksia puolustusvoimille ei tule.

Jatkotutkimuslupahakemus pro gradututkielmaan

28.8.2025

Hakijan ELI tutkijan tiedot

Tanya Koivisto, TaK

Lapin yliopisto; Muoti, tekstiilitaide ja materiaalitutkimus

Haen jatkoa tutkimusluvalle, jonka sain kandidaatin tutkielmalleni; Käyttäjälähtöinen malli- ja materiaalitutkimus Suomen puolustusvoimien Nordic Combat Uniform-vaatejärjestelmään kuuluvasta topista. Tutkimuslupa koskee pro gradu -tutkielmaa, joka on jatkotutkimus kandidaatin tutkielmalleni.

Opinnäytteen ohjaaja Johanna Oksanen FT, yliopistonlehtori.

TUTKIMUSSUUNNITELMA

## TUTKIMUSAIHE JA TUTKIMUKSEN TARKOITUS

Tutkimukseni kohteena on Suomen Puolustusvoimien varusmiehen asukokonaisuus vaatesuunnittelun ja materiaalitutkimuksen näkökulmasta. Tarkoitus on käydä läpi Suomen sotilaan univormun historia ja kehitys, sekä tutkia nykyisten materiaalien toimivuus suhteessa pohjoisiin arktisiin ääriolosuhteisiin vuodenaikojen vaihtelut huomioon ottaen.

Olen suorittanut vapaaehtoisen asepalveluksen 2/99 palveluserässä Sodankylän jääkäriprikaatissa. Tutkimuksessa korostuu vaatetussuunnittelijan näkökulma, johon vaikuttaa oma varusmieskokemukseni taisteluväestöstä arktisissa olosuhteissa. Tutkimus tuottaa käytännönläheistä tietoa naisten vaatetuksen tarpeista varustukseen nähden.

Tutkimuksen yleisen tason tavoitteena on tuottaa kartoitus nykyisin käytössä olevista vaatetusmateriaaleista ja verrata niitä aiemmin käytössä olleisiin vaatetusmateriaaleihin teknisen materiaalitutkimuksen näkökulmasta. Tutkimus tuottaa tietoa siitä, millaiset materiaalit olisivat parhaat mahdolliset arktisiin olosuhteisiin.

Käyttäjakeskeisen suunnittelun lähtökohtana on määritellyn kohderyhmän käyttäjien tarpeet sekä maantieteellisesti Suomen alueella vallitsevat vaihtelevat sääolosuhteet sekä ympäristöt. Materiaalikartoituksen perusteella suunnittelen naisten vaatekokoille soveltuvan alusvaatetuksen. Alusvaatekokonaisuuden suunnittelussa on kiinnitettävä merkittävästi huomiota materiaalivalintoihin. Lämpökuorman säätely eli kylmän eristäminen, viiman torjunta, lämmityskyky sekä kosteuden siirtäminen pois iholta korostuvat taistelukenttien haastavissa olosuhteissa. Käyttötarkoitustaan palveleva asu parantaa merkittävästi taistelijan suorituskykyä, joten myös naisten vaatekokoille fyysisten ominaisuuksien huomioon ottaminen vaatetuksessa lisää merkitystään suorituskyvyn kannalta tarkasteltuna.

Tutkimuksen aihe on ajankohtainen, sillä naisten vapaaehtoinen asepalvelus on tasaisesti kasvanut Suomessa. Myös koko maailma muuttuu enenevässä määrin tasa-arvoisemmaksi eri sukupuolten osalta. Muun muassa yhteismajoitus on otettu käytäntöön jo joissakin varuskunnissa. Suuren joukon keskeltä ei pitäisi erottaa yksittäistä taistelijaa, tässä tapauksessa naispuolista varusmiestä. Armeijan visuaaliseen ilmeeseen kuuluu yhtenevyys. Varusmiehen asukokonaisuus palvelee naisten tarvetta sulautua joukkoon sekä suojata kehoaan esimerkiksi varusmieskoulutukseen sisältyvissä moninaisissa varustevaihdoissa.

Tutkimusta suunniteltaessa on otettu huomioon mm. puolustusministeri J. Niinistön puheenvuoro päivärahoista ja vaatteiden koon arvioimisesta. Lisään suunniteltavaan

alusvaatekokonaisuuteen säädettävän urheilutopin, joka on mahdollista toteuttaa S-, M-, L- ja XL –koko taulukolla, kuten kaikki muutkin varusmiespalveluksessa käytettävät vaatekappaleet. Tätä kokovalikoimaa puoltaa myös Suomen puolustusvoimien asettamat kuntoisuusstandardit, joissa tarkastellaan myös fyysisen koon ja kestävyuden rajoituksia. Tasavertaisuuden kannalta katsottuna on tärkeää, ettei puolustusvoimat vaatetustarjonnankaan puolesta korosta tai erottele naispuolista varusmiestä muiden joukosta. Ymmärtääkseni tämä vaatetus käytäntö on käytössä useissa maissa ja edustaa Suomen paljolti arvostamaa edistyksellisyyttä.

Tutkimusluvan tarvitsen tarkastellakseni suomalaisen varusmiehen vaatetuksen materiaalien kehittymistä 90-luvulta tähän päivään.

#### TUTKIMUKSEEN TARVITTAVA AINEISTO

- taisteluvaatetusjärjestelmän tekniset tiedot (esimerkiksi nykyisen taisteluväestön materiaalit, huoltotoimenpiteet, mahdollisia tutkimustietoja nykyväestön käytännön toimivuudesta, tiedot kaikista maavoimien käytössä olevista vaatetuskokonaisuuksista)
- jos mahdollista, käytössä olevien väestöjen/väestön piirrokset/rakennekuvat (näissä riittää kuvat, joiden tutkimuskäyttö ja julkaiseminen tutkimusraportin yhteydessä on sallittua)

#### TUTKIMUSMENETELMÄT

Aineistolähtöinen sisällönanalyysi, jonka pohjalta tuotetaan alusvaatetuksen suunnittelu sekä materiaalien kartoitus.

#### TUTKIMUKSEN AIKATAULU

Kevät 2024: väestönkeruu ja alustava rakenteellinen suunnittelu + alusvaatekokonaisuuden suunnittelu (ja suunnittelun dokumentointi)

Syksy 2024: väestö olemassa, väestön analyysi, raportin kirjoittaminen

Kevät (helmikuu) 2025: kandidaatin tutkielma viimeistään valmis.

Syksy 2025: Pro gradu -seminaarit alkavat, tarvittaessa tutkimusluvan uusiminen.

#### TULOSTEN JULKISUUS

Lapin yliopistossa kandidaatin tutkielmat tallennetaan yliopiston sisäiseen järjestelmään, johon ei ole pääsyä julkisilta hakupalveluilta. Tutkimuksen jatkuessa pro gradu -tasolle, tutkielma julkaistaan Lapin yliopiston Lauda-palvelussa, josta se on julkisesti löydettävissä. Tarvittaessa

tutkielma tai osa siitä on mahdollista myös salata. Tutkielmia ja niiden sisältöjä käsitellään keskustellen seminaariryhmissä, mutta seminaarien sisällöt ovat luonteeltaan vaitiolovelvollisuuden alaisia.

Puolustusvoimille ei tule kustannuksia.

## Liite 2. Kyselytutkimuslomake

2.12.2024

Lapin yliopisto, Muoti ja tekstiilisuunnittelu
Tutkimuslupa asiakirjatunnus: AU13889
Käyttäjälähtöinen malli- ja materiaalitutkimus Suomen puolustusvoimien Nordic Combat Uniform-vaatejärjestelmään kuuluvasta topista
Kysely on osa tutkimusta, jossa tarkastellaan naispuolisten varusmiesten kokemuksia NCU-vaatejärjestelmään kuuluvan alusvaatetopin toimivuudesta. Tutkimus keskittyy erityisesti materiaalin toimivuuteen ja mallin käytännöllisyyteen. Tarkastelun kohteena ovat vaatteen muoto, materiaali ja rakenne sekä lämmönsäätelyn muutokset pesukertojen jälkeen ja vaatteen käyttömukavuus. Lisäksi selvitetään, vastaako vaate käyttötarkoitustaan, millaiseksi sen käyttömukavuus koetaan toiminnallisissa tehtävissä sekä miten vaatetta voitaisiin kehittää toimivammaksi.
Kysely sisältää sekä monivalinta- että avoimia kysymyksiä, ja siihen vastaaminen vie noin 10 minuuttia. Olisin kiitollinen, jos voisit osallistua kyselyyn, sillä vastauksesi tuottavat arvokasta tietoa tutkimusta varten. Kaikki vastaukset käsitellään luottamuksellisesti ja anonymisti, eikä yksittäisiä vastaajia voida tunnistaa. Vastauksia ei luovuteta eteenpäin.
1. Missä eri tilanteissa käytät alusvaatetoppia?
2. Kuinka usein käytät kyseistä vaatetta?
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kerran päivässä</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kerran kuussa</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Harvemmin</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En koskaan</li> </ul>
3. Millainen olotila sinulla on kyseinen alustoppi päälläsi? (Kuvaile esim. mukava, tukeva, palvelee tarkoitustaan)

A. Hartian seutu
B. Vyötärön alue
C. Rintakehän alue
4. Materiaalin tuntu ja paino ihoa vasten? (Kuvaile esim. karhea, pehmeä, puristava, kutittaa, hikoiluttaa, nyppyyntynyt jne.)
5. Miten eri liikeratojen suorittaminen onnistuu kyseinen toppi päällä?
6. Mikä on mielipiteesi kyseistä vaatekappaleesta?
Mikä siinä on parasta tai huonointa?
7. Edistääkö vaate mielestäsi jollain tapaa naisten tasa-arvoa? Miten ja miten ei?
8. Mitä asioita haluaisit muuttaa topissa?
9. Mitä kehitysideoita ehdottaisit?

### Liite 3. Puolustusvoimien vaatehuollon haastattelu

<b>Vaatehuollon organisaatio ja vastuut</b>
Kuka vastaa Puolustusvoimien vaatehuollosta (oma yksikkö vs. ulkoistettu toimija)?
- Huollosta vastaa Puolustusvoimien vaatetuskorjaamo keskitetysti kahdella tuotantolaitoksella.
Missä (ja miten) pesu ja korjaus tapahtuu: varuskunnissa vai keskitetysti?
- Pesu ja korjaus tapahtuu keskitetysti tuotantolaitoksissa. Yksittäisiä poikkeuksia on, mutta ne ovat marginaalisia (laivapyykki, juhla-asut kadeteilla vast).
Onko huolto sotilaallinen vai siviiliorganisaation toteuttamaa?
- Huolto on sotilasorganisaatiossa siviilien tekemää.
<b>Tutkimus, dokumentaatio ja arkistot</b>
Onko Puolustusvoimilla olemassa tutkimuksia, raportteja tai tilastoja vaatteiden kulumisesta, pesunkestävyydestä ja käyttöiästä?
- turvallisuussyitä ei nimikkeissä ole tunnistetta, esim. ”RDID-sirua”, käyttöiän ja/tai huoltokierron määrän seuraamiseksi
- huoltokierrossa tilastoidaan nimikkeittäin (ilman kokonumerojakaumaa) havaitut viat.
Kerätäänkö dataa NCU-vaatetuksen vaurioista, palautteista tai käyttösykleistä? Miten dataa kerätään, jos sitä kerätään?
- NCU on uusi vaatetusjärjestelmä ja huollon osalta on eri nimikkeistä kerätty korostetusti havaintoja.

Keskeisiä havaintoja huollon osalta ovat olleet soveltuvuus yleisesti teolliseen keskitettyyn huoltoprosessiin, erilaisten korjauskohteiden havainnot ja tilasointi sekä hylättävien syyt ja määrä
- Järjestelmäkeskus kerää käyttäjiltä havaintoja ja palautetta haastatteluilla ja kyselyillä.
Onko olemassa arkistoa tai materiaalipankkia (testiraportit, pesuohjeet, materiaalmääritykset)?
- Järjestelmäkeskuksella on testiraportit tuotteiden ja materiaalien testauksista.
- Saapuvien toimituserien testitulokset ovat Talous- ja lääkintävarikolla.
- Järjestelmäkeskus on laatinut tuotteille tekniset spesifikaatiot, joissa on määritelty mm. materiaalit ja tarvikkeet.
- Jokaisella Puolustusvoimien sotavarusteella (sis. koulutuskäytössä olevat hyväksytyt nimikkeet) on nimikekoodi ja pesuohjelmat ovat sidottu tähän koodiin. Pesuohjeet saadaan valmistajalta. Korjausohjeet tehdään pääsääntöisesti itse vaatetuskorjaamolla. Varaosat (vetoketjut, soljet, vast.) korjaukseen pääosin valmistajalta, samoin muut materiaalit esim. korjaukseen tarvittavat kankaat.
<b>Hävikki ja vaurioituminen</b>
Kuinka suuri osa vaatteista poistuu käytöstä vuosittain vaurioiden vuoksi (arvio, jos ei ole tutkittu)?
- vaatteita ja varusteita on laaja skaala, käyttötarpeet ja käyttäjät vaihtelevat, osaa varastoidaan varautumista varten
- riippuen nimikkeistä on hylättävien määrä keskimäärin 10–20 % huoltoon toimitetuista
- huoltokiertoja on kymmeniä
Mitkä ovat yleisimmät rikkoutumisen syyt (saumat, neulosrakenteet, kalvot, elastisuus, nukkaantuminen)?
- Kuluneisuus
- Tekniset viat kuten vetoketjujen / nappien / lukkojen/solkien / tarrojen vaihdot

Miten käyttöikä määritellään: pesukertojen, käyttövuosien vai kunnon mukaan?
- Kunnon mukaan
Mitä tapahtuu poistotekstiileille (kierrätys, poltto, uusiokäyttö, tutkimuskäyttö)?
- Puolustusvoimat on kiertotalouden osalta kärkitoimijoita.
- Nimikkeet suunnitellaan kestäviksi (rakenteet, teknisyyt, materiaalit)
- Niitä huolletaan ja korjataan useaan kertaan
- Ei normaaliin koulutuskäyttöön soveltuvia suunnataan poikkeusolojen reserviin pitkäaikaisvarastointiin
- Täysin hylättäviä hyödynnetään muussa koulutuskäytössä esim. lääkinnän (esim. vaate leikataan auki) ja pelastuksen koulutuksessa.
- Puolustusvoimien vaateista ja varusteista ei käytön jälkeen voida päästää ”vapaille markkinoille” ja ne hävitetään pääsääntöisesti polttamalla
- Kuitujen erottelu on selvityksessä, ja tulevaisuudessa jakeiden tarkempi lajittelu sekä ”kuiduttaminen”, on keskeinen osa toimintaa. Tämä vaatii teollisen toimivan teollisen kumppanin.
<b>Pesu ja huoltoprosessi(korjaus)</b>
Millaisia pesuohjelmia NCU-vaatteille käytetään (lämpötila, kemikaalit, rumpukuivaus)?
- Pesuohjelmat vaihtelevat nimikkeittäin 40–60°C.
- Laitekantana on putkipesukoneet, isot yksikköpesukoneet ja pienet yksikkökoneet.
- Käytössä on Oy Ecolab Ab:n teolliset pesuaineet.
- Kaikki pestävät nimikkeet rumpu kuivataan
Onko kaikille kerroksille sama pesuprosessi vai omat ohjelmat (aluskerros, välikerros, kuorikerros)?
- Nimikkeille on omat pesuohjelmat ja ne vaihtelevat pesuohjeen mukaisesti
- Esim. Merinovillaisille nimikkeille on tehty täysin omat pesuohjelmat (lämpötila, mekaniikka, kuivaus)

Kuinka usein vaatteita pestään kenttäkäytössä verrattuna varuskuntauhooltoon?
- Vaatteita pestään tarpeen mukaan. Vastuu käyttäjällä ja kouluttajilla.
- Kun vaate on likainen ja/tai rikkinäinen, se vaihdetaan puhtaaseen ja/tai ehjään, likainen ja/tai rikkinäinen toimitteen huoltoon.
- Tähän on mahdollisuus kasarmiolosuhteissa viikoittain.
- Maastossa oltaessa harjoituksissa voi vaihtoväli olla pidempi.
- Myös leiriolosuhteissa maastossa järjestetään pyykinvaihtoa.
Miten pesu vaikuttaa elastisuuteen, palautuvuuteen ja suojäkäsittelyihin (esim. DWR)?
- Huoltokierto luonnollisesti heikentää em. ominaisuuksia
- Puolustusvoimien vaateista ei saa pestä käyttäjän toimesta esim. kotona.
- Tällä halutaan varmistaa ominaisuuksien säilyminen mahdollisimman pitkään ja toisaalta ei haluta vaatteille ei haluttuja ominaisuuksia (esim. optiset kirkasteet eivät ole sallittuja).
<b>Materiaalien ja rakenteiden kestävyys</b>
Miten neulosrakenteiden, joustavuuden ja istuvuuden säilyminen testataan?
- Huollossa testataan rakenteita käsivaraisesti esim. tarkastuksen ja korjauksen yhteydessä.
- Huollettavat nimikkeet tarkastetaan käsin jokaisella huoltokerralla.
- Huolletuista nimikkeistä tehdään lähetykset kokolajiteltuina (alkuperäisen kokotiedon perusteella)
- Mikäli nimike on esim. kutistunut on se vaihdettavissa sopivampaan varusvarastolla
Onko havaittu ongelmia nimenomaan naisille mitoitetuissa NCU-vaatteissa?
- Merinovillaiset nimikkeet kutistuvat/huopuvat samalla tavalla kuin unisex-nimikkeet
- Materiaalien ja rakenteiden kestävyuden näkökulmasta ei ole eroa unisex-nimikkeisiin

- Naisten osuus käyttäjistä on todella pieni ja mitoituksiin vaikuttavat suurelta osalta yksilölliset vartalon mittasuhteet. Kestävyyteen vaikuttaa oikea käyttökoko, naisilla huomioitava esimerkiksi alaosissa lantionympärys.
Miten huolto huomioi merinovillan, elastaanien ja muiden luonnon- / sekoitekuitujen erityistarpeet? Kehitys ja palaute.
- Merinovillaiset nimikkeet kutistuvat / huopuvat enemmän mutta se on tiedostettu ominaisuus ja huomioitu nimikkeiden elinkaaren osalta
- Eri materiaalit huomioidaan pesuohjelmassa
<b>Kehitys ja palaute</b>
Kerätäänkö varusmiesten ja henkilökunnan kokemuksia vaatteiden toimivuudesta huollon näkökulmasta?
- Vaatetuskorjaamolle tuleva varusvarastojen palaute välitetään järjestelmävastuulliselle.
- Järjestelmäkeskus kerää käyttäjiltä palautetta haastatteluilla ja kyselyillä.
Miten huoltotieto vaikuttaa uuden vaatetuksen suunnitteluun ja hankintaan? Vaikuttaako?
- Vaatetuskorjaamo osallistuu uusien vaatetusjärjestelmien tuotekehitys- ja suunnitteluvaiheeseen huollon asiantuntijana.
- Huollon osalta palaute keskittyy erityisesti nimikkeiden korjaamisen liittyviin näkökohtiin sekä soveltuvuuteen teolliseen pesuprosessiin.

## Liite 4. Puolustusvoimien vaatehuollon haastatteluanalyysi

27.2.2026

Puolustusvoimien varustehuollosta ja logistiikasta vastaa pääosin Puolustusvoimien logistiikkalaitos (PvLogL). Varusvarasto käsittelee ja vaihtaa varusmiesten varusteet ja tekstiilit. Logistiikkalaitoksen vaatetuskorjaamot huolehtivat vaatteiden huollosta, kuten pesusta ja korjauksesta. Puolustusvoimia velvoittaa kiertotalouden ja kestävien hankintojen tavoitteet sekä kansallinen ja EU-tason lainsäädäntö. Suomen jätelain (646/2011) mukaan julkisten toimijoiden tulee vähentää jätteen määrää ja haitallisuutta sekä edistää tuotteiden kestävyyttä, korjattavuutta, uudelleenkäyttöä ja kierrätettävyyttä. Lisäksi valtioneuvoston kaatopaikka-asetus (331/2013) rajoittaa tekstiilijätteen sijoittamista kaatopaikoille, mikä korostaa kierrätyksen ja uudelleenkäytön merkitystä.

Vaatehuollon näkökulmaa tarkasteltiin Puolustusvoimien vaatetuskorjaamon asiantuntijoille toteutetun sähköisen haastattelun avulla. Haastattelun tavoitteena oli tuottaa tietoa materiaalien ja neulosrakenteiden toimivuudesta huollon, kestävyiden ja elinkaaren näkökulmasta. Puolustusvoimien vaatetushankinnoissa kiertotalous näkyy erityisesti tuotteiden elinkaaren pidentämisenä. Vaatteet ovat jatkuvassa kierrossa: niitä huolletaan, korjataan ja käytetään uudelleen useilla käyttäjillä. Tämä asettaa erityisiä vaatimuksia materiaalien ja rakenteiden kestävyydelle sekä huollettavuudelle.

Vaatehuollon asiantuntijoiden mukaan huoltoprosessit vaikuttavat merkittävästi materiaalien toimivuuteen ja käyttöikäen. Toistuva pesu, mekaaninen rasitus ja kuivaus heikentävät materiaalien elastisuutta ja palautuvuutta sekä aiheuttavat rakenteen löystymistä. Lisäksi pintarakenteen muutokset, kuten nukkaantuminen, heikentävät käyttömukavuutta ja materiaalin ulkonäköä.

Puolustusvoimien vaatetuskorjaamojärjestelmä on keskeinen osa vaatetuksen elinkaaren hallintaa. Vaatteita korjataan vuosittain suuria määriä, ja niiden käyttöikä perustuu useiden huoltokertojen kestävyteen. Käytön aikana vaatteet voivat siirtyä eri käyttövaiheisiin, esimerkiksi siistimmästä käytöstä kenttäkäyttöön, mikä mahdollistaa materiaalien tehokkaan hyödyntämisen. Kiertotalouden näkökulmasta keskeisiä kehityskohteita ovat tuotteiden suunnittelu kestävyyttä ja korjattavuutta tukeviksi, materiaalivalinnat, jotka kestävät toistuvaa

teollista huoltoa, sekä huoltoprosessien kehittäminen ympäristöystävällisemmiksi. Lisäksi tekstiilijätteen tehokkaampi lajittelu ja kierrätys ovat keskeisiä tekijöitä materiaalien elinkaaren pidentämisessä. Näillä tekijöillä on suora vaikutus myös materiaalivalintoihin ja rakenteellisiin ratkaisuihin, joita tässä tutkimuksessa tarkastellaan. Tekstiilijätteen kierrätykseen liittyy joitain haasteita, kuten sekoitemateriaalien käsittely, lisäosien poistaminen sekä resurssien riittävyys. Näistä haasteista huolimatta materiaalien elinkaaren pidentäminen ja kierrätyksen kehittäminen ovat keskeisiä tavoitteita.

Vaatehuollon näkökulma mukaan materiaalin ja neulosrakenteen valinnoilla on suora vaikutus vaateen kestävyys, huollettavuuteen ja käyttöikänsä. Toimivan ratkaisun saavuttaminen edellyttää materiaalien ja rakenteiden tarkastelua kokonaisuutena osana vaateen koko elinkaarta. Neulosrakenteella on keskeinen merkitys kestävyys kannalta. Rakenteellisesti kevyet ja joustavat neulokset menettävät helpommin napakkuuttaan käytössä ja huollossa, mikä vaikuttaa vaateen istuvuuteen. Merinovillatopin neulos on Single Jersey ohuehkolla langalla.

Merinovillaiset materiaalit ovat huollon näkökulmasta haasteellisia, sillä ne ovat alttiita kutistumiselle ja huopumiselle. Tämä on kuitenkin tunnettu ominaisuus, joka huomioidaan sekä pesuprosesseissa että vaateen elinkaaren hallinnassa. Materiaalien käyttäytyminen ei eroa merkittävästi sukupuolittain, mutta istuvuuteen vaikuttavat yksilölliset mittasuhteet ja oikean koon valinta. Neulosrakenteiden ja materiaalien kestävyttä arvioidaan huollossa käytännön tarkastuksen yhteydessä. Jokainen vaate tarkastetaan käsin huoltokierroilla, ja tarvittaessa se korjataan tai poistetaan käytöstä. Rakenteellinen kestävyys on keskeinen tekijä, sillä erityisesti joustavat ja kevyet neulokset voivat menettää muotonsa ja napakkuutensa toistuvassa käytössä ja huollossa.

Materiaalin ja rakenteen yhteensopivuus korostuu erityisesti tilanteissa, joissa vaate altistuu toistuville pesu- ja kuivausprosesseille. Puolustusvoimien vaatehuolto on keskitetty vaatetuskorjaamolle, joka toimii kahdella tuotantolaitoksella. Huolto toteutetaan sotilasorganisaatiossa, mutta käytännön työ on pääosin siviilihenkilöstön suorittamaa. Pesu- ja korjausprosessit ovat keskitettyjä, mikä mahdollistaa yhtenäiset toimintatavat ja laadunhallinnan.

Huoltoprosessi perustuu teolliseen pesuun, jossa eri vaatetusnimikkeille on määritelty omat pesuohjelmansa. Pesulämpötilat vaihtelevat tyypillisesti 40–60 °C välillä, ja kaikki pestävät tuotteet rumpu kuivataan. Materiaalikohtaiset erot huomioidaan pesuohjelmissa, esimerkiksi

merinovillalle on määritelty omat käsittelyolosuhteensa. Huollon näkökulmasta pesu- ja kuivausprosessit heikentävät väistämättä materiaalien ominaisuuksia, kuten elastisuutta ja palautuvuutta. Vaatteiden käyttöikä määrittyy ensisijaisesti kunnan perusteella. Huoltokiertoja voi olla kymmeniä, mutta käytöstä poistettavien tuotteiden osuus on arviolta 10–20 % huoltoon palautuvista tekstiileistä. Yleisimmät korjaustarpeet liittyvät kulumiseen sekä teknisiin komponentteihin, kuten vetoketjuihin, nappeihin ja kiinnityselementteihin.

Puolustusvoimien varuste ja tekstiilihuolto pyrkii toimimaan kiertotalouden periaatteiden mukaisesti. Vaatteita huolletaan ja korjataan useita kertoja, ja käytöstä poistuvat tuotteet ohjataan uudelleenkäyttöön esimerkiksi koulutuksessa tai varautumiskäyttöön. Lopullisesti poistettavat tuotteet hävitetään pääsääntöisesti polttamalla, mutta materiaalien kierrätysratkaisuja kehitetään jatkuvasti. Huollosta saatava tieto on keskeinen osa vaatetuksen kehittämistä. Vaatetuskorjaamo osallistuu tuotekehitykseen ja tuo esiin erityisesti korjattavuuteen ja pesunkestävyyteen liittyviä havaintoja. Lisäksi käyttäjäpalautetta kerätään järjestelmäkeskuksen kautta kyselyiden ja haastattelujen avulla. Näin huollon näkökulma kytkeytyy suoraan materiaalien ja rakenteiden kehittämiseen (Järjestelmäkeskus; Talous- ja lääkintämateriaalisektori).

## Liite 5. Kokeellisessa tutkimusprosessissa käytetyt lankayhdistelmät

Taulukko 1. Onteloneuloksessa käytetyt lankayhdistelmät

<b>Sisäkerros (ihoä vasten)</b>	<b>Ulkokerros</b>
Viking Garn Bamboo (50 % bambu, 50 % puuvilla)	Blend Bamboo (70 % bambu, 30 % puuvilla)
Drops Paris (100 % puuvilla)	Viking Garn Alpaca Bris (60 % baby-alkakka, 11 % merinovilla, 29 % nylon)
Gjestal Maija (85 % villa, 15 % polyamidi)	Arwetta (80 % merinovilla superwash, 20 % nylon)
Blend Bamboo (70 % bambu, 30 % puuvilla)	Villanka (100 % suomalainen villa)
Drops Alpaca (100 % alpakavilla)	Merino Concept (100 % merinovilla)
Brigitte Silkdream (60 % merinovilla, 30 % silkki, 10 % mohair)	Merino Concept (100 % merinovilla)
Drops Alpaca (100 % alpakavilla)	Schoeller (100 % villa)
Lana Gatto (73 % mohair, 27 % villa)	Viking Wool (100 % merinovilla)
Blend Bamboo (70 % bambu, 30 % puuvilla)	Pernilla (100 % perulainen highland-villa)
Blend Bamboo (70 % bambu, 30 % puuvilla)	Viking Wool (100 % merinovilla)

## Liite 6. Neulenyönteissä käytetyt lankayhdistelmät sekä analyysi

Taulukko1.

### Briossineuloksessa käytetyt lankayhdistelmät

Sisäkerros (iho vasten)	Ulkokerros
Blend Bamboo (70 % bambu, 30 % puuvilla)	Merino Concept (100 % merinovilla)
Blend Bamboo (70 % bambu, 30 % puuvilla)	Arwetta (80 % merinovilla superwash, 20 % nylon)

Taulukko 2.

### Lukitussa kaksikerrosneuloksessa käytetty lankayhdistelmä

Sisäkerros (iho vasten)	Ulkokerros
Blend Bamboo (70 % bambu, 30 % puuvilla)	Merino Concept (100 % merinovilla)

### Kokeellisen prosessin analyysi

Kokeellisen materiaali- ja rakennetutkimuksen tulokset osoittavat, että alusvaatetopin toimivuuteen vaikuttavat keskeisesti sekä kuitumateriaali että neulosrakenne, eikä näitä tekijöitä voida tarkastella toisistaan erillisinä. Tulosten perusteella yksittäiseen kuitumateriaaliin perustuvat ratkaisut eivät ole riittäviä aktiiviseen käyttöön. Erityisesti yksinkertaiset neulosrakenteet ja yksittäiset materiaalit menettävät nopeasti muotonsa käytön ja kosteuden vaikutuksesta, mikä heikentää vaatteiden tarjoamaa tukea.

Kuitumateriaalien välillä havaittiin selkeitä eroja. Merinovilla muodosti rakenteellisesti napakamman neuloksen ja säilytti muotonsa paremmin, mutta sen ihotuntuma ei ollut kaikille

käyttäjille miellyttävä, erityisesti kosteana. Pehmeämmät kuidut, kuten bambu ja alpakkakuitu, paransivat ihotuntumaa, mutta niiden rakenteellinen tuki jäi heikommaksi.

Näiden havaintojen perusteella eri kuitujen yhdistäminen samaan neulosrakenteeseen osoittautui toimivaksi lähestymistavaksi. Materiaalikombinaatioiden avulla voidaan yhdistää eri kuitujen ominaisuuksia siten, että ihoa vasten oleva kerros parantaa käyttömukavuutta, kun taas ulompi rakenne tuottaa tarvittavaa tukevuutta ja muodonpysyvyyttä. Kaksikerroksiset neulosrakenteet tukevat tätä lähestymistapaa erityisesti, sillä ne mahdollistavat eri materiaalien sijoittamisen vaatteen eri kerroksiin. Näin voidaan samanaikaisesti vastata sekä ihotuntumaan että rakenteelliseen tukevuuteen liittyviin vaatimuksiin.

Tulokset osoittavat, että toimivimmat ratkaisut eivät perustu yksittäiseen materiaalivalintaan, vaan materiaalien ja rakenteiden yhdistämiseen. Tämä korostuu erityisesti käyttöympäristössä, jossa paloturvallisuusvaatimukset rajaavat synteettisten elastisten kuitujen käyttöä. Tällöin rakenteellisten ratkaisujen ja luonnonkuitujen yhdistäminen nousee keskeiseksi keinoksi parantaa vaatteen toiminnallisuutta.