TAPATURMA
VAKUUTUS
KESKUS

Työturvallisuuden haastava tulevaisuus

Kurkistuksia megatrendeihin

TAPATURMAVAKUUTUSKESKUKSEN JULKAISUJA
1/2019

Julkaisija:
Tapaturmavakuutuskeskus (TVK)
www.tvk.fi

Helsinki 28.8.2019

Kirjoittajat:
Maria Lindholm
Arto Reiman
Seppo Väyrynen

Oulun yliopisto

ISSN: 2343-4295
ISBN: 978-952-68664-8-2

Alkusanat

Työturvallisuus- ja työterveystutkimuksessa yhtenä tärkeänä osa-alueena on tarkastella tulevaisuuden haasteita. Tämän raportin tutkimuskysymykset syntyivät tarpeesta selvittää ja koota kattava yhteenveto tulevaisuuden uusista ja nousevista työturvallisuus- ja työterveysriskeistä. Tutkimuksen tavoitteena on tarjota tietoa ja ymmärrystä työturvallisuuden ja työterveyden parissa työskenteleville lähitulevaisuudesta. Työturvallisuudessa ja -terveydessä pyritään enenevissä määrin ennakoivaan toimintaan. Tämän raportin tulosten avulla työpaikoilla ja vakuutusalalla voidaan ennakoiden reagoida tulevaisuuden mahdollisiin työturvallisuus- ja työterveyshaasteisiin.

Haluaisin kiittää Tapaturmavakuutuskeskuksen johtaja Mika Tynkkystä sekä tutkimuspäällikkö Marja Kaarta ohjauksesta ja kehittävistä kommenteista.

Oulussa 27.05.2019

Maria Lindholm

Mika Tynkkynen
johtaja
Tapaturmavakuutuskeskus

Suomessa työnantajilla on lakisääteinen velvollisuus vakuuttaa työntekijänsä työtapaturmien ja ammattitautien varalle. Käytännössä tämä vakuuttamisvelvollisuus on myös työterveys- ja -turvallisuusriskien hallinnan viimeinen askel, jossa jäännösriskeihin liittyvistä vastuista sovitaan työnantajan ja vakuutusyhtiön välillä. Työtapaturma- ja ammattitautivakuuttamisen keskiössä ovat lain soveltamisalassa määritellyt riskit. Menemättä yksityiskohtaisemmin rajausten yksityiskohtiin voidaan todeta, että lähtökohtaisesti vakuutuslajimme kiinnostuksen kohteena ovat kaikki työympäristöissä vaikuttavat tekijät ja ilmiöt, joilla voi olla välittömiä tai välillisiä vaikutuksia työntekijöiden turvallisuuteen ja terveyteen.

Menestyksellisen riskienhallinnan perusedellytys on laaja ymmärrys kohderiskin olemuksesta ja dynamiikasta. Työtapaturma- ja ammattitautivakuuttamisen näkökulmasta mahdollisimman ajantasainen ja laadukas tieto työterveyteen ja -turvallisuuteen liittyvistä tekijöistä vähentää epävarmuutta ja mahdollistaa myös tehokkaan vahinkojen ennaltaehkäisyn suunnittelun. Tällaisen tiedon tuottaminen ja jalostaminen on myös yksi Tapaturmavakuutuskeskuksen keskeisistä lakisääteisistä tehtävistä, ja näistä lähtökohdista ideoitiin myös tämä tutkimushanke yhdessä Oulun yliopiston tuotantotalouden tutkimusyksikön kanssa. Meillä oli todellinen tarve ajankohtaisten työterveys- ja -turvallisuusriskeihin vaikuttavien megatrendien tunnistamiselle.

Tämän tutkimushankkeen pääasiallisena tavoitteena oli tiivistää vuosina 2014-2018 julkaistuissa työterveyttä ja -turvallisuutta käsittelevissä kansainvälisissä tieteellisissä artikkeleissa ja alan konferensseissa käsitellyt keskeisimmät johtopäätökset. Tämän katsauksen erityisenä tavoitteena oli määrittää kehittyneiden teollisuusmaiden työjärjestelmiin ja -ympäristöihin liittyvien nykyisten ja lähitulevaisuuden työterveys- ja -turvallisuusriskit.

Työn tilaajan näkökulmasta hanke onnistui hyvin ja tavoitteet saavutettiin. Raportti antaa erinomaisen, tiiviin ja helposti hallittavan poikkileikkauksen tästä aihepiiristä. Se toimii myös hyvänä lähtökohtana pohtiessamme yksityiskohtaisempia aihepiirejä, joista tulisi ammentaa syvällisempää lisätietoa.

Tapaturmavakuutuskeskuksen puolesta haluan kiittää Oulun yliopiston tuotantotalouden tutkimusyksikön henkilökuntaa hankkeen toteuttamisesta tiiviissä aikataulussa suunnitelmien mukaisesti. Erityiskiitos luonnollisesti kuuluu tutkija Maria Lindholmille, joka on vastannut käytännön tutkimuksen suorittamisesta. Samalla toivotan innostavia lukuhetkiä raportin parissa!

Helsingissä 17.06.2019

Sisältö

1. JOHDANTO **7**

2. TUTKIMUKSEN TAVOITTEET, AINEISTO JA MENETELMÄT **8**

3. HAASTEET NYT JA LÄHITULEVAISUUDESSA **11**

3.1 Haasteet nyt - Konferenssit 11

3.1.1 Teknologia, ergonomia ja muut yleisimmät esille nousseet teemat 11

3.1.2 Kuljetusala, terveydenhoitoala ja muut esille nousseet toimialat 14

3.2 Lähitulevaisuus - Vertaisarvioidut artikkelit 16

3.2.1 Psykososiaalisen kuormituksen lisääntyminen 23

3.2.2 Tuki- ja liikuntaelinvaivojen lisääntyminen, tapaturmat ja vammat 23

3.2.3 UV-säteilyn haittavaikutukset ja muut fysikaalisten tekijöiden riskit 24

3.2.4 Kemikaalien imeytyminen kehoon ja muut kemiallisten tekijöiden riskit 25

3.2.5 Biologisten sairauksien leviäminen ja muut biologisten tekijöiden riskit 26

3.3 Lähitulevaisuus - Raportit ja muu materiaali 26

3.3.1 Psykososiaalisen kuormituksen lisääntyminen 27

3.3.2 Tuki- ja liikuntaelinvaivojen lisääntyminen sekä koneiden kanssa tapahtuvat tapaturmat 32

3.3.3 Uusien materiaalien aiheuttamat terveyshaitat ja muut fysikaalisten, kemiallisten ja biologisten tekijöiden riskit 33

4. POHDINTA **34**

4.1 Muutokset työjärjestelmän näkökulmasta 34

4.2 Jatkotutkimusaiheet 34

5. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET **38**

5.1 Tutkimuksen rajoitteet 39

LÄHTEET **41**

LIITTEET **48**

Tiivistelmä

Tulevaisuudessa tullaan kohtaamaan vanhojen ja jo tiedossa olevien lisäksi uusia ja nousevia työturvallisuus- ja työterveysriskejä. Esimerkiksi työelämän ja ympäristön muutokset sekä teknologian kehitys aiheuttavat monenlaisia haasteita myös työturvallisuudelle ja –terveydelle. Tässä raportissa tarkastellaan, millaisia riskejä on tutkimuskirjallisuudessa nostettu esille uudenlaisina ja nousevina riskeinä. Raportissa käydään läpi tarkastelujakson (2014-2018) aikana järjestettyjä tieteellisiä konferensseja, julkaistua tutkimuskirjallisuutta sekä muita aihetta käsitteleviä julkaisuja. Tarkoituksena on selvittää, mitä työturvallisuuteen ja -terveyteen liittyviä aihepiirejä on käsitelty eniten, millaisia havaintoja ja näkemyksiä on esitetty työturvallisuuden ja –terveyden lähitulevaisuudesta sekä mitä jatkotutkimusaiheita on esitetty ja missä aihepiireissä on vielä eniten avoimia kysymyksiä. Raportissa on rajattu tarkastelemaan näitä haasteita ainoastaan kehittyneiden maiden näkökulmasta.

Raportin tuloksilla on merkitystä muun muassa ennakoivaan työturvallisuustyöhön. Ymmärrys tulevista työturvallisuus- ja työterveysriskeistä auttaa suunnittelemaan ja kohdentamaan työturvallisuustoimenpiteitä. Selvityksen mukaan uudenlaisia haasteita työturvallisuudelle ja –terveydelle tulee ilmastonmuutoksen vaikutusten, kestävän kehityksen, tuotannon ja teknologioiden ja materiaalien kehityksen, tieto- ja viestintätekniikan (ICT) sekä organisatoristen muutosten myötä. Lähitulevaisuuden uusia ja nousevia riskejä ovat esimerkiksi lämpörasitus, kemiallisille ja biologisille tekijöille sekä nanomateriaaleille lisääntyneen altistumisen aiheuttamat terveysriskit, teknologian kehittymisen aiheuttamat tuki- ja liikuntaelinvaivat fyysisen aktiivisuuden vähentymisen ja staattisten asentojen takia, ihminen-kone-vuorovaikutuksen aiheuttamat fyysiset ja psykososiaaliset haasteet sekä organisatoristen muutosten aiheuttama psykososiaalinen kuormitus. Tässä raportissa haasteita käsitellään yksilökeskeisen holistisen työjärjestelmäviitekehyksen kautta.

Esimerkiksi uudet teknologiat ja materiaalit aiheuttavat riskejä, joita ei ole vielä tutkittu ja jotka eivät näin ollen ole tiedossa. Jatkotutkimusta tarvitaankin muun muassa nanomateriaaleista ja niiden vaikutuksista terveyteen, robotiikan ja ICT:n liittyvistä kognitiivisista ja fyysisistä vaikutuksista, kemikaalisten ja biologisten tekijöiden vaikutuksista terveyteen, kestävän kehityksen mukaisista työpaikoista ja niiden tuomista riskeistä sekä organisatorisista muutoksista ja niiden vaikutuksista työturvallisuuteen ja -terveyteen. Suomessa tulisi selvittää, mitkä tulevaisuuden työturvallisuus- ja työterveysriskit ovat todennäköisimpiä Suomen työelämässä ja mille aloille uudet ja nousevat riskit kohdistuvat ensimmäisenä.

1. Johdanto

Työelämässä, yhteiskunnassa ja ympäristössä tapahtuvien muutosten takia työpaikat kohtaavat vanhojen ja tiedossa olevien lisäksi uusia ja nousevia työturvallisuus- ja työterveysriskejä lähitulevaisuudessa. Uusi riski tarkoittaa riskiä, jota ei ole ollut aiemmin olemassa tai vanhaa ongelmaa, jota pidetään nykyään riskinä uuden tiedon tai muuttuneen yleisen käsityksen vuoksi. Nouseva riski tarkoittaa riskiä, joka on ollut olemassa, mutta jolle altistuminen on nykyään todennäköisempää tai yleisempää, tai jonka vaikutukset työntekijän terveydelle pahenevat (Moraru et al. 2014).

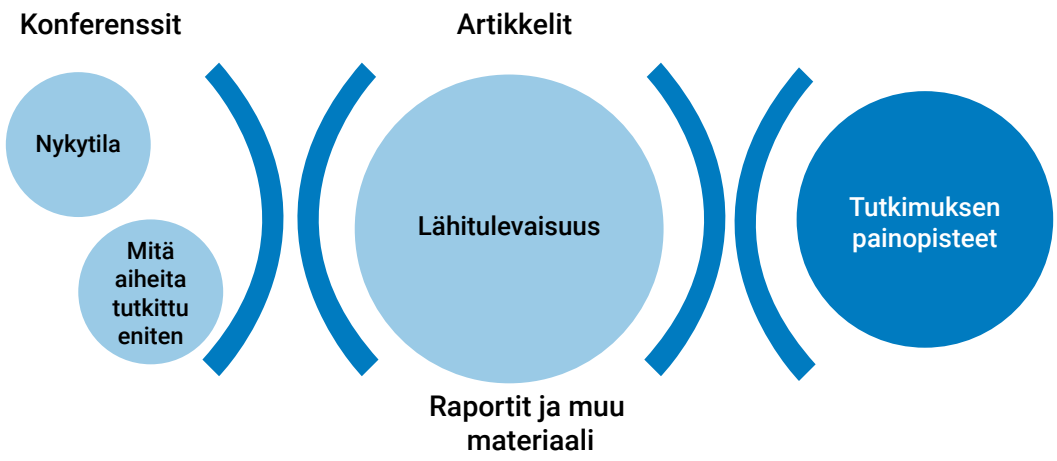
Tämän raportin tarkoituksena on selvittää kehittyneiden maiden lähitulevaisuuden työturvallisuus- ja työterveysriskejä. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, mitä työturvallisuuteen ja -terveyteen liittyviä aihepiirejä on eniten käsitelty alan tieteellisissä konferensseissa tarkastelujakson (2014-2018) aikana sekä kartoittaa, millaisia havaintoja ja näkemyksiä tutkimuskirjallisuudessa on esitetty työturvallisuuden ja –terveyden lähitulevaisuudesta. Lisäksi tarkastellaan, mitä jatkotutkimusaiheita on esitetty ja missä aihepiireissä on vielä eniten avoimia kysymyksiä.

Tutkimusraportti etenee seuraavasti: luvussa 2 kuvataan tutkimuksen tavoitteet, aineisto ja menetelmät, luvussa 3 esitellään tutkimuksen tulokset, luvussa 4 nostetaan esille jatkotutkimusaiheita ja luvussa 5 esitellään yhteenveto ja johtopäätökset. Raportin tulokset osiossa käsitellään erikseen löydökset konferensseista, vertaisarvioiduista artikkeleista sekä raporteista ja muusta materiaalista. Lisäksi luvussa 4 käsitellään esille nousseita haasteita yksilökeskeisen holistisen työjärjestelmäviitekehyksen kautta. Tasapainoisen työjärjestelmäkehyksen kautta voidaan systemaattisesti arvioida yksilöön kohdistuvia kuormitustekijöitä työkalujen ja teknologioiden, tukiorganisaation, työympäristön ja tehtävien osalta. Tasapainoisessa työjärjestelmässä positiivisia tuloksia voivat olla lisääntynyt ja parantunut turvallisuus ja hyvinvointi sekä parempi suoritus. Epätasapainossa oleva työjärjestelmä voi johtaa esimerkiksi työtapaturmiin, psykososiaaliseen kuormitukseen sekä sairauspoissaoloihin (Carayon, 2009; EN ISO 6385:2016, 2016; Reiman & Väyrynen, 2018; Smith & Carayon-Sainfort, 1989).

2. Tutkimuksen tavoitteet, aineisto ja menetelmät

Tutkimus keskittyy työturvallisuuden ja -terveyden viime vuosien kehitykseen sekä siihen, millaisia haasteita työturvallisuudessa ja –terveydessä odotetaan kohdattavan lähitulevaisuudessa. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, mitä työturvallisuuteen ja -terveyteen liittyviä aihepiirejä on käsitelty eniten alan tieteellisissä konferensseissa tarkastelujakson (2014-2018) aikana. Toisena tavoitteena on kartoittaa, millaisia havaintoja ja näkemyksiä tutkimuskirjallisuudessa on esitetty työturvallisuuden ja –terveyden lähitulevaisuudesta. Kolmanneksi tutkitaan, mitä jatkotutkimusaiheita on esitetty ja missä aihepiireissä on vielä eniten avoimia kysymyksiä. Kuva 1 näyttää, miten tutkimus etenee nykytilasta lähitulevaisuuteen ja lopuksi kokoaa tutkimuksen painopisteet yhteen.

Kuva 1. Tutkimuksen eteneminen



Tutkimuksen aineistona käytettiin valittujen alan vakiintuneiden ja muutaman uudemman konferenssien julkisesti saatavilla olevaa materiaalia, eli konferenssien verkkosivuilla ilmoitettuja teemoja, sessioiden otsikoita, ohjelmia sekä mahdollisesti saatavilla olevia esitysten otsikoita. Alan konferensseista käytiin läpi

1. AHFE (Applied Human Factors and Ergonomics),
2. IEA (International Ergonomics Association),
3. NES (Nordic Human Factors and Ergonomics Society),
4. WOS (International Conference on the Prevention of Accidents at Work),
5. ICOH (International Congress on Occupational Health),
6. World Congress on Safety and Health at Work,
7. WDPI (Work Disability Prevention and Integration Conference),
8. Wellbeing at Work,

9. World Conference on Injury Prevention and Safety Promotion, ja
10. IHSED (International Conference on Human Systems Engineering and Design).

Yhteensä 21 aikavälillä 2014 - 2018 edellä mainituissa konferenssisarjoista löytyi toimivat verkkosivut tai muuta saatavilla olevaa materiaalia valitulta aikajaksolta, minkä perusteella listattiin viime vuosina käsiteltyjä teemoja. Liitteessä 1 on listattu konferenssimateriaalin lähteet.

Tutkimuskirjallisuus käytiin läpi systemaattisena kirjallisuuskatsauksena hyödyntäen kansainvälistä tutkimuskirjallisuustietokanta Scopusta. Scopus on yksi suurimmista tietokannoista vertaisarvioidulle kirjallisuudelle (Elsevier 2019). Kirjallisuushaun alustavat avainsanat ja analyysin viitekehys määriteltiin yhteistyössä Tapaturmavakuutuskeskuksen (TVK) kanssa. Scopus -tietokantahaun ohella tarkastelua ulotettiin kattamaan tieteellisten julkaisujen lisäksi tärkeimpiin aihetta sivuaviin julkisesti saatavilla oleviin kirjoihin ja raportteihin esimerkiksi Euroopan työterveys- ja turvallisuusvirastosta (EU-OSHA). Aineisto rajattiin käsittelemään englannin- ja suomenkielistä kirjallisuutta, joka on julkaistu vuonna 2014 tai sen jälkeen. Lisäksi aineisto rajattiin käsittelemään tutkimuskirjallisuutta, joka käsittelee työturvallisuutta ja -terveyttä kehittyneissä maissa, ns. teollisuusmaissa. Kirjallisuuskatsaus toteutettiin vakiintuneiden käytäntöjen mukaan neljässä vaiheessa:

1. Haun avainsanojen määrittäminen,
2. Scopus -tietokantahaut avainsanoilla,
3. aineiston läpikäyminen abstrakti- ja otsikkotasolla, ja
4. valittujen aineistojen tarkempi analyysi kohdentuen kokonaisiin artikkeleihin.

Avainsanojen määrittely sekä lopullisilla hakusanoilla suoritettujen hakujen hakutulosten lukumäärät on kuvattu taulukossa 1.

Tietokantahaun jälkeen tuloksista poistettiin tuplajulkaisut, jottei sama artikkeli ole listassa useampaan kertaan. Näin artikkeleiden lukumääräksi saatiin 1 108. Tämän jälkeen artikkeleita tarkasteltiin otsikko- ja abstraktitasolla edellä mainittuja aineistolle asetettuja rajoituksia noudattaen, jolloin tuloksena tarkempaan lopulliseen tarkasteluun jäi 78 artikkelia. Näiden artikkeleiden tarkastelunperusteella analysoitavaksi valittiin 31 vertaisarvioitua artikkelia, jotka käsittelevät työturvallisuuden ja -terveyden riskejä ja haasteita tulevaisuudessa. Karsinnan eri vaiheissa poistettiin artikkelit, jotka esittelivät tutkimuksia, joiden empiirinen materiaali ei käsitellyt teollisuusmaita tai jotka käsittelivät esimerkiksi uutta tekniikkaa, mutta eivät sen tuomia riskejä, tai joiden abstraktissa oli yleinen maininta jatkotutkimuksesta tulevaisuudessa, mutta ei tarkempaa käsittelyä tulevista riskeistä.

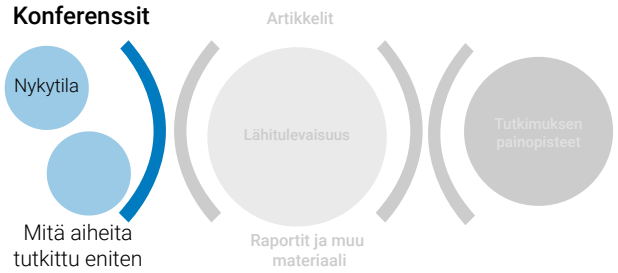
ALKUPERÄISET TVK:N KANSSA MÄÄRITELLYT HAKUKOMENNOT	ALKUPERÄISTEN HAKU-KOMENTOJEN HAKUTULOKSET	LOPULLISET HAKUKOMENNOT	LOPULLISTEN HAKU-KOMENTOJEN HAKUTULOKSET (N)
”new risks” OR ”emerging risks” AND ”occupational safety” OR ”work* safety”	40	”new risks” OR ”emerging risks” AND ”occupational safety” OR ”work* safety” OR future AND challenges	26
”occupational safety” OR ”work* safety” AND risk*	3391	(”occupational safety” OR ”work* safety”) OR (safety AND work) AND (”future challenges” OR ”future studies”)	128
”occupational health” OR ”occupational disease*” AND risk* AND trend* OR future	959	”changing work* environment” OR ”new technology“ AND ”work* risk*” OR ”occupational risk*”	7
”new risk*” OR ”emerging risk*” AND future AND challenges	47	future AND (”work* life” OR ”occupa-tional safety and health“ OR osh OR “work* environment”) AND risk*	283
”loss prevention” AND ”occupational safety” OR ”work* safety” AND ”future challenges” OR ”future studies”	0	”occupational health” OR ”occupatio-nal disease*” AND risk* AND trend* OR future	745
”occupational safety” OR ”work* safety” AND ”future challenges” OR ”future studies”	43	”risk management” AND ”work* risk*” OR ”occupational safety risk*“	31
”changing work* environment” AND ”work* risk*” OR ”occupational risk*”	2		
”new technology” AND ”work* risk*” OR ”occupational risk*”	29		
future AND ”occupational safety and health” OR OSH AND risk*	122		
”work* life” AND trend* OR future AND risk*	116		
”future studies” AND safety AND work	145		
”risk management” AND ”work* risk*” OR ”occupational safety risk*”	46		
”work* environment” AND future AND risk*	276		
	YHTEENSÄ 5 216		YHTEENSÄ 1 220

Taulukko 1. Hakusanojen määrittely sekä hakutulosten lukumäärät

3. Haasteet nyt ja lähitulevaisuudessa

Kuvassa 1 esitellyn mallin mukaisesti tarkastelu lähtee liikkeelle siitä, mitä konferensseissa on käsitelty vuosina 2014-2018. Tämän jälkeen tarkastellaan vertaisarvioitujen artikkeleiden ja raporttien sekä muun materiaalin avulla lähitulevaisuuden työturvallisuus- ja työterveysriskejä. Raportit ja muu materiaali on eroteltu artikkeleista, sillä ne eivät ole käyneet läpi vastaavaa vertaisarviointiprosessia kuin artikkelit, vaan ne ovat saaneet muunlaista ohjausta esimerkiksi viranomaistahoilta.

3.1 Haasteet nyt - Konferenssit



Konferenssien aihealueet jakautuvat pääosin joko temaattisesti tai toimialoittain. Temaattisesti yleisimmin käsiteltyjä aiheita olivat koneet, laitteet ja teknologia, ergonomia, organisaatio, johtaminen, työympäristö, ikä ja sukupuoli, tietotekniikka sekä työturvallisuus yleisesti ottaen, kun taas toimialoittain tarkastellen keskeisimpiä toimialoja olivat terveydenhoitoala sekä kuljetusala ja liikenneturvallisuus. Konferensseissa oli vain muutamia yksittäisiä sessioita, joissa mainittiin suoraan työturvallisuus ja -terveys tulevaisuudessa, kuten teemat “The 4th Industrial Revolution and the Future of Prevention” ja “OSH in the new digital world” konferenssissa World Congress on Safety and Health at Work 2017 sekä teemat “Agricultural work in the 21st century: new trends and challenges” ja ”Ergonomics in the Future world” konferenssissa IEA 2018. Ajankohtaisia ja tulevaisuuteen liittyviä aiheita nousi tästä huolimatta esille, kuten nanoteknologia ja -materiaali, robotit, virtuaalitodellisuus, tekoäly ja kestävä kehitys sekä tämän hetken megatrendit ikä- ja sukupuolikeskustelut.

3.1.1 Teknologia, ergonomia ja muut yleisimmät esille nousseet teemat

Koneisiin, laitteisiin ja teknologiaan liittyen pääaiheita olivat ihminen-kone-vuorovaikutus, robotit, ulkoinen tukiranka sekä nanomateriaalit ja -tekniikka. Ergonomia sisälsi muun muassa ergonomian suunnittelussa, inhimilliset tekijät sekä käytettävyyteen liittyviä näkökulmia. Organisaatio ja johtaminen sisälsivät aiheita työturvallisuuskulttuuriin, kommunikointiin, työturvallisuusjohtamiseen sekä monikulttuuriseen

päätöksentekoon liittyen. Työympäristöteemassa käsiteltiin pitkälti niin sanottuja perinteisiä työympäristötekijöitä, kuten tärinää, melua, sisäilmaa, säteilyä ja lämpöolosuhteita. Ikään ja sukupuoleen liittyen käsiteltiin selkeästi eniten lasten ja nuorten turvallisuutta, minkä jälkeen tulivat ikääntyminen ja naisten työturvallisuus. Tietotekniikan alla käsiteltiin muun muassa virtuaalitekniikkaa, lisättyä todellisuutta, kyberturvallisuutta ja tekoälyä. Taulukko 2 esittelee edellä luetellut teemat sekä muut yleisimmät teemat konferensseissa.

TEEMA	KONFERENSSIT, JOISSA TEEMA ESIINTYNYT	ESIMERKKEJÄ KÄSITELLYISTÄ AIHEISTA
Ammattitaudit	Wellbeing at work 2014, World Congress on Safety and Health at Work 2014, ICOH 2015, World Conference on Injury Prevention and Safety Promotion 2016, World Congress on Safety and Health at Work 2017, ICOH 2018	Epidemiologia, ammattitautien estäminen, allergiat
Ennaltaehkäisy	ICOH 2015, World Congress on Safety and Health at Work 2017, ICOH 2018, World Conference on Injury Prevention and Safety Promotion 2018	Tapaturmien ja ammattitautien torjunta
Ergonomia	AHFE2014, NES2014, Wellbeing at work 2014, AHFE 2015, ICOH 2015, AHFE 2016, NES 2016, AHFE 2017, NES 2017, World Congress on Safety and Health at Work 2017, AHFE 2018, IEA 2018, IHSED 2018	Ergonomia suunnittelussa, inhimilliset tekijät, käytettävyys, työtiede
Ikä ja sukupuoli	WDPI 2014, Wellbeing at work 2014, World Congress on Safety and Health at Work 2014, ICOH 2015, NES 2016, World Conference on Injury Prevention and Safety Promotion 2016, World Congress on Safety and Health at Work 2017, ICOH 2018, IEA 2018, World Conference on Injury Prevention and Safety Promotion 2018	Lasten ja nuorten turvallisuus, ikääntyminen, naisten työturvallisuus
Johtaminen	AHFE2014, NES2014, Wellbeing at work 2014, AHFE 2015, AHFE 2016, NES 2016, World Conference on Injury Prevention and Safety Promotion 2016, AHFE 2017, NES 2017, WOS 2017, AHFE 2018	Turvallisuusjohtaminen, monikulttuurinen päätöksenteko
Järjestelmät	AHFE2014, NES2014, AHFE 2015, AHFE 2016, AHFE 2017, World Congress on Safety and Health at Work 2017, AHFE 2018, IHSED 2018	Ihmisen ja järjestelmien välinen vuorovaikutus, systeemitekniikka

Taulukko 2. Yleisimmät konferensseissa käsitellyt teemat aakkosittain

TEEMA	KONFERENSSIT, JOISSA TEEMA ESIINTYNYT	ESIMERKKEJÄ KÄSITELLYISTÄ AIHEISTA
Kaatumiset, liukastumiset ja putoamiset	World Conference on Injury Prevention and Safety Promotion 2016, IEA 2018, World Conference on Injury Prevention and Safety Promotion 2018	Kaatumiset, liukastumiset ja putoamiset
Kestävä kehitys	AHFE2014, NES2014, AHFE 2015, AHFE 2016, AHFE 2017, NES 2017, AHFE 2018, IEA 2018	Kestävä kehitys työelämässä, kestävä kehitys ja inhimilliset tekijät
Koneet, laitteet ja teknologia	NES2014, Wellbeing at work 2014, World Congress on Safety and Health at Work 2014, AHFE 2015, ICOH 2015, AHFE 2016, World Conference on Injury Prevention and Safety Promotion 2016, AHFE 2017, NES 2017, World Congress on Safety and Health at Work 2017, AHFE 2018, ICOH 2018, IEA 2018, IHSED 2018	Ihminen-kone, robotit, ulkoinen tukiranka, nanomateriaalit ja -tekniikka
Koulutus	AHFE 2015, ICOH 2015, AHFE 2017, NES 2017, World Congress on Safety and Health at Work 2017, WOS 2017, AHFE 2018, ICOH 2018, IEA 2018	Työturvallisuuden koulutus ja harjoittelu
Mielenterveysongelmat	NES2014, WDPI 2014, World Congress on Safety and Health at Work 2014, NES 2016, World Congress on Safety and Health at Work 2017	Mielenterveysongelmat
Organisaatio	AHFE2014, NES2014, WDPI 2014, ICOH 2015, WOS 2015, World Conference on Injury Prevention and Safety Promotion 2016, NES 2017, World Congress on Safety and Health at Work 2017, ICOH 2018, IEA 2018, IHSED 2018, World Conference on Injury Prevention and Safety Promotion 2018	Organisaatio, työturvallisuuskulttuuri, kommunikaatio
Resilienssi	Wellbeing at work 2014, World Conference on Injury Prevention and Safety Promotion 2016, AHFE 2017, AHFE 2018, World Conference on Injury Prevention and Safety Promotion 2018	Ihmisen tekemät virheet, resilienssi, valmiudet
Strategiat, toimintalinjat	WDPI 2014, World Conference on Injury Prevention and Safety Promotion 2016, World Congress on Safety and Health at Work 2017, WOS 2017, World Conference on Injury Prevention and Safety Promotion 2018	Työturvallisuuden toimintalinjat
Tietotekniikka	AHFE2014, NES2014, AHFE 2015, AHFE 2016, AHFE 2017, NES 2017, World Congress on Safety and Health at Work 2017, AHFE 2018, IEA 2018, IHSED 2018	Virtuaalitekniikka, lisätty todellisuus, kyberturvallisuus, tekoäly
Tuki- ja liikuntaelinvaivat	WDPI 2014, World Congress on Safety and Health at Work 2014, ICOH 2015, NES 2016, NES 2017, ICOH 2018, IEA 2018	Tuki- ja liikuntaelinvaivat
Työkyky	WDPI 2014, ICOH 2015, World Conference on Injury Prevention and Safety Promotion 2016, World Congress on Safety and Health at Work 2017, ICOH 2018	Työkyvyttömyys, työkyky
Työturvallisuus	Wellbeing at work 2014, ICOH 2015, WOS 2015, NES 2016, World Conference on Injury Prevention and Safety Promotion 2016, World Congress on Safety and Health at Work 2017, ICOH 2018, IHSED 2018, IEA 2018, World Conference on Injury Prevention and Safety Promotion 2018	Työturvallisuus yleisenä teemana

Taulukko 2. Yleisimmät konferensseissa käsitellyt teemat aakkosittain

TEEMA	KONFERENSSIT, JOISSA TEEMA ESIINTYNYT	ESIMERKKEJÄ KÄSITELLYISTÄ AIHEISTA
Työympäristö	NES2014, WDPI 2014, Wellbeing at work 2014, World Congress on Safety and Health at Work 2014, Wellbeing at work 2014, ICOH 2015, World Conference on Injury Prevention and Safety Promotion 2016, NES 2017, World Congress on Safety and Health at Work 2017, ICOH 2018, IEA 2018	Tärinä, äänet, sisäilma, säteily, lämpöolosuhteet
Urheilu	AHFE 2015, AHFE 2016, World Conference on Injury Prevention and Safety Promotion 2016, AHFE 2017, IHSED 2018, World Conference on Injury Prevention and Safety Promotion 2018	Urheilu, urheilulääketiede
Vuorotyö	ICOH 2015, NES 2016, ICOH 2018	Työturvallisuus vuorotyössä
Väkivalta	World Congress on Safety and Health at Work 2014, World Conference on Injury Prevention and Safety Promotion 2016, World Conference on Injury Prevention and Safety Promotion 2018	Väkivalta, kotiväkivalta
Yhteiskunnalliset näkökulmat	NES2014, WDPI 2014, Wellbeing at work 2014, ICOH 2015, AHFE 2016, AHFE 2017, World Congress on Safety and Health at Work 2017, AHFE 2018	Yhteiskunnalliset vaikutukset

Taulukko 2. Yleisimmät konferensseissa käsitellyt teemat aakkosittain

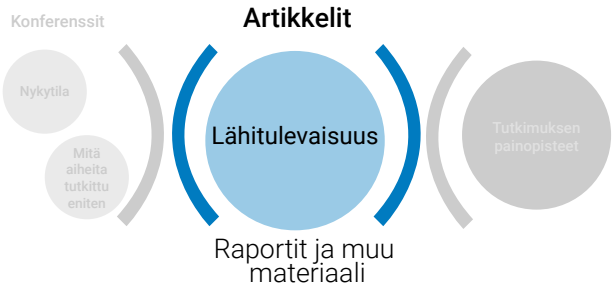
3.1.2 Kuljetusala, terveydenhoitoala ja muut esille nousseet toimialat

Konferensseissa eniten erillisissä sessioissa esille nousseita toimialoja olivat selkeästi kuljetusala sekä terveydenhoitoala. Kuljetusala ja liikenneturvallisuus sisälsi aiheita muun muassa tiellä tapahtuviin onnettomuuksiin ja inhimillisiin tekijöihin kuljetusalalla liittyen. Terveydenhoitoalaan liittyen käsiteltiin muun muassa inhimillisiä tekijöitä ja ergonomiaa. Isot toimialat, kuten rakennusala ja teollisuus sekä maatalous olivat myös suosittuja. Vaikka energia-ala sisältää paljon potentiaalia tulevaisuuden kestävälle kehittämiselle, oli energia-ala aiheena näkyvissä vain AHFE -konferensseissa. Taulukko 3 esittelee konferensseissa esille tulleet toimialat.

TOIMIALA	KONFERENSSIT, JOISSA TOIMIALA ESIINTYNYT	ESIMERKKEJÄ YLEISIMMISTÄ TEEMOISTA
Energia-ala	AHFE 2015, AHFE 2016, AHFE 2017	Inhimilliset tekijät öljy-, kaasu-, ydinvoima- ja sähköteollisuudessa
Kaivosala	ICOH 2015, World Congress on Safety and Health at Work 2017, ICOH 2018	Työturvallisuus kaivosalalla
Kuljetusala ja liikenneturvallisuus	AHFE2014, AHFE 2015, AHFE 2016, World Conference on Injury Prevention and Safety Promotion 2016, AHFE 2017, World Congress on Safety and Health at Work 2017, AHFE 2018, IEA 2018, IHSED 2018, World Conference on Injury Prevention and Safety Promotion 2018	Liikenneturvallisuus, tiellä tapahtuvat onnettomuudet, inhimilliset tekijät kuljetusalalla
Maatalous	ICOH 2015, NES 2016, World Congress on Safety and Health at Work 2017, ICOH 2018, IEA 2018	Työturvallisuus maataloudessa, tuholaismyrkyt
Palveluala	AHFE2014, NES2014, AHFE 2017	Työturvallisuus palvelualalla
Rakennusala	ICOH 2015, WOS 2015, World Congress on Safety and Health at Work 2017, ICOH 2018, IEA 2018	Työturvallisuus rakennusalalla
Teollisuus	AHFE2014, NES2014, AHFE 2015, AHFE 2016, AHFE 2017, AHFE 2018, IEA 2018	Työturvallisuus teollisuudessa
Terveydenhoitoala	AHFE2014, NES2014, WDPI 2014, AHFE 2015, ICOH 2015, WOS 2015, AHFE 2016, NES 2016, World Conference on Injury Prevention and Safety Promotion 2016, AHFE 2017, AHFE 2018, ICOH 2018, IEA 2018, IHSED 2018	Inhimilliset tekijät ja ergonomia, työturvallisuus terveydenhoitoalalla

Taulukko 3. Yleisimmät konferensseissa esille tulleet toimialat aakkosittain

3.2 Lähitulevaisuus - Vertaisarvioidut artikkelit



Artikkeleiden sisältö on jaettu viiteen kategoriaan sen mukaan, millaisia työturvallisuus- ja työterveysriskejä niissä käsiteltiin. Kategoriat käsitellään seuraavassa järjestyksessä:

1. Psykososiaalisen kuormituksen lisääntyminen,
2. Tuki- ja liikuntaelinvaivojen lisääntyminen, tapaturmat ja vammat,
3. UV-säteilyn haittavaikutukset ja muut fysikaalisten tekijöiden riskit,
4. Kemikaalien imeytyminen kehoon ja muut kemiallisten tekijöiden riskit, ja
5. Biologisten sairauksien leviäminen ja muut biologisten tekijöiden riskit.

Taulukkoon 4 on listattu vertaisarvioidut artikkelit ja niiden pääkohdat aakkosjärjestyksessä. Taulukon yhteenvedon jälkeen aineistoa käsitellään tarkemmin alakappaleissa edellä mainitussa järjestyksessä.

ARTIKKELI	ARTIKKELIN PÄÄKOHTIA
(Auffret et al. 2017) Cybersecurity Leadership: Competencies, Governance, and Technologies for Industrial Control Systems	• Kyberhyökkäykset ovat epäsuorasti nouseva riski työturvallisuudelle ja -terveydelle niiden lisääntyneen määrän myötä
(Badri et al. 2018) Occupational health and safety in the industry 4.0 era: A cause for major concern?	• Tuotantoprosessien monimutkaisuus lisääntyy älykkäiden laitteiden takia • Painotus psykososiaalisissa riskeissä työn sisällön, johtamisen ja organisatoristen muutosten takia • Uusi teknologia ja testaamattomat toimintatavat aiheuttavat riskejä • Ihminen-kone-vuorovaikutuksen aiheuttamat haasteet monimutkaisten toimenpiteiden suorittamisessa • Koneet liikkuvampia, joustavampia ja työskentelevät ihmisten lähellä, mikä aiheuttaa odottamattomia vaaroja • Älykkäiden koneiden tekemät virheet vaikeita ennustaa
(Brocal et al. 2018) Technique to identify and characterize new and emerging risks: A new tool for application in manufacturing processes	• Teknologioiden kompleksisuus ja prosessit monitahoisilla ihminen-kone-vuorovaikutuksilla aiheuttaa ongelmia • Tieto- ja viestintätekniikan (ICT) lisääntyminen on johtanut ihminen-kone-vuorovaikutusongelmiin • Uudet teknologiat voivat lisätä tapaturmien määrää kunnossapidossa ja tuotannossa • Uusi teknologia voi lisätä psykologista kuormitusta, mikäli sen käyttöönottoa ei toteuteta huolella • Automatisoidut prosessit ja fyysisen aktiivisuuden vähentyminen, staattiset asennot, lisääntynyt psyykkinen kuormitus, päätöksentekoon liittyvät haasteet ja virheet laitteiden käytössä aiheuttavat tuki- ja liikuntaelinvaivoja sekä psykososiaalisia haasteita

Taulukko 4. Artikkelit aakkosjärjestyksessä sekä pääkohdat

ARTIKKELI	ARTIKKELIN PÄÄKOHTIA
(Brocal & Sebastián 2015) Identification and Analysis of Advanced Manufacturing Processes Susceptible of Generating New and Emerging Occupational Risks	• Kehittyneet tuotantoprosessit muuttavat työpaikkaa, prosesseja, työtapoja ja luovat uusia ja nousevia riskejä • Riskejä tuovat esimerkiksi uusi laserteknologia ja uudet lasertekniikan sovelluskohteet, jotka luovat muun muassa kemikaalivaaroja ja nanopartikkeleita materiaaleja käsitellessä, sekä automaatio, uudet prosessit ja uusi tekniikka, ja ihminen-kone-vuorovaikutus sekä huono ergonomiasuunnittelu • Organisatorisia piirteitä, jotka luovat riskejä työpaikalle, ovat esimerkiksi kiihtynyt työtahti, fyysisen aktiivisuuden vähentyminen, puutteet kemiallisten aineiden ja biologisten vaarojen tunnistamisessa ja käsittelyssä, uudet roolit, uusien taitojen oppiminen, väkivalta ja kiusaaminen
(Ciardini et al. 2016) Global and Mediterranean climate change: A short summary	• Ilmastonmuutoksen vaikutuksia, kuten lämpöhalvaus, UV-säteily, syöpä, ilmansaasteet, hyönteistenvälittämät taudit ja ionisoiva säteily
(Contessa et al. 2016) Climate change and safety at work with ionizing radiations	• Ionisoiva säteily isotooppilääketieteessä ja syöpähoidossa; laitteet, materiaalit ja jätteet riski ääriolosuhteiden takia (esim. tulvat ja aineiden leviäminen) • Ionisoiva säteily ydinvoimateollisuudessa; ääriolosuhteet voivat aiheuttaa tuhoa tehtaassa ja sen ympäristössä, mikä aiheuttaa tehdas-, hätä-, ensiaputyöntekijöiden altistumisen säteilylle, kuumuudelle, tulelle, UV säteilylle ja räjähdyksille.
(Cresswell et al. 2018) Health care robotics: Qualitative exploration of key challenges and future directions	• Robotiikan lisääntyminen terveydenhuollossa vaikuttaa työn organisointiin ja jakoon sekä rooleihin • Robotiikan käyttöönotto voi olla haastavaa terveydenhuoltotyön arvaamattoman luonteen takia
(D'Ovidio et al. 2016) Climate change and occupational allergies: an overview on biological pollution, exposure and prevention	• Ulkona työskentelevät ovat alttiita biologisille allergeeneille • Myös sisäilmaan vaikuttaa ilmastonmuutos ja saasteiden lisääntyminen
(Diel et al. 2016) Consequences of tuberculosis among asylum seekers for health care workers in Germany	• Turvapaikanhakijoilla on korkeampi riski tuberkuloosiin, mikä lisää terveydenhuollon alan työntekijöiden riskiä
(Fucic et al. 2018) Potential health risk of endocrine disruptors in construction sector and plastics industry: A new paradigm in occupational health	• Rakennus- ja muoviteollisuus käyttävät suuria määriä kemikaaleja, jotka sisältävät tai joiden epäillään sisältävän hormonitoimintaa häiritseviä kemikaaleja • Kaikkien materiaalien mahdollisista yhteisvaikutuksista ei ole tietoa

Taulukko 4. Artikkelit aakkosjärjestyksessä sekä pääkohdat

ARTIKKELI	ARTIKKELIN PÄÄKOHTIA
(Gatto et al. 2016) Climate change: The potential impact on occupational exposure to pesticides	• Ilmastonmuutoksen aiheuttamia ongelmia maataloudessa, kuten tuholaishyönteisten ja sitä kautta tuholaismyrkkyjen käytön lisääntyminen, mikä puolestaan aiheuttaa kemikaaleille altistumista • Kuumuudella heikentäviä vaikutuksia kognitiiviseen toimintaan
(Girardi et al. 2014) Past trends and future prediction of mesothelioma incidence in an industrialized area of Italy, the Veneto Region	• Asbestin haittavaikutukset säilyvät haasteina edelleen
(Grandi et al. 2016) Impact of climate change on occupational exposure to solar radiation	• Auringon säteily vaikuttaa ulkona työskenteleviin kuten maanviljelijöihin, metsäteollisuudessa työskenteleviin, rakennusalaan, rannalla työskenteleviin, urheiluvalmentajiin, kuljettajiin ja asfalttityöntekijöihin • UV-säteilyn haittavaikutukset voivat pahentua kemikaalisten tekijöiden yhteisaltistuksessa
(Harrison & Dawson 2016) Occupational Health: Meeting the Challenges of the Next 20 Years	• Väestö ikääntyy, työntekijöiden pitää olla työelämässä pidempään • Työperäiset taudit sisältävät sekä jo tiedossa olevia, kuten pölykeuhkosairaudet ja asbestin aiheuttamat sairaudet, sekä uusia sairauksia • Teknologiset, yhteiskunnalliset ja organisatoriset muutokset aiheuttavat uusia riskejä • Krooniset sairaudet yksi isoimmista haasteista
(Héry & Levert 2017) The future of work: The impact of technology on employment and its arduousness [L'avenir du travail: L'impact des technologies sur l'emploi et sa pénibilité]	• Työn tehostaminen ja intensiivisyyden nousu, robotisointi ja robotisoinnin hyötyjen yksityistäminen, freedom-form-yritysten lisääntyminen, sekä uudelleensijoittaminen vaikuttavat työturvallisuuteen ja -terveyteen
(Howard et al. 2017) Synthetic biology and occupational risk	• Synteettinen biologia on nouseva ala ja aiheuttaa riskejä laboratorioissa, terveydenhuollossa ja teollisuudessa • Altistuminen patogeeneille ja myrkyille riski
(Ienca & Vayena 2018) Dual use in the 21st century: emerging risks and global governance	• Lääkinnällisten laitteiden määrä ja tärkeys lisäävät kyberturvallisuuden tarvetta • Laitteiden hakkerointi on vaarallista ja haitallista yksittäisille potilaille, tutkimukselle sekä terveydenhuollon laitoksille • Bio- ja lääketieteen digitalisoituminen aiheuttaa uusia riskejä
(Kirin et al. 2015) Challenges of future research in the area of industrial safety [Izazovi budućih istraživanja u oblasti industrijske bezbednosti]	• Uusi teknologia, ICT, nanoteknologia, robotit, tekoäly, synteettinen biologia, uudet ihminen-kone-vuorovaikutuksen muodot sekä tuuli- ja aurinkoenergia, tuovat kaikki uusia riskejä ja vaaroja

Taulukko 4. Artikkelit aakkosjärjestyksessä sekä pääkohdat

ARTIKKELI	ARTIKKELIN PÄÄKOHTIA
(Kjellstrom et al. 2017) Climate conditions, workplace heat and occupational health in South-East Asia in the context of climate change	• Ilmastonmuutoksen aiheuttamia suoria ja epäsuoria työterveysongelmia, kuten kuumuuden aiheuttamat vaikutukset, tapaturmat ääriolosuhteiden takia ja hyönteisten välittämät taudit
(Kjellstrom et al. 2016) Heat, Human Performance, and Occupational Health: A Key Issue for the Assessment of Global Climate Change Impacts	• Kuumuudelle altistuminen lisääntynyt ilmastonmuutoksen takia • Kuumuus aiheuttaa uupumusta ja vähentynyttä työsuoritusta
(Leso et al. 2018) The occupational health and safety dimension of Industry 4.0	• Työntekijät voivat siirtyä suorittamaan tehtäviä, joissa joutuu tekemään enemmän päätöksiä ja ottamaan vastuuta tai suunnittelemaan, tai olemaan enemmän ihminen-kone-vuorovaikutuksessa, mikä altistaa riskeille koneiden kanssa sekä aiheuttaa psykososiaalista stressiä • Automatisoidut laitteet voivat aiheuttaa mekaanisia, sähköisiä ja lämpöön liittyviä vaaroja sekä melu-, tärinä-, säteily- ja kemikaalialtistuksia • Konetekniikka, ihmisten aiheuttamat virheet ja virheet ohjelmoinnissa voivat aiheuttaa vammoja laitteiden kanssa tai niiden lähellä työskenteleville • Digitaalisten välineiden käyttö käytöksen, suorituksen ja tuottavuuden tarkkailussa voi aiheuttaa psykososiaalisia paineita ja loukata yksityisyyttä • Jatkuva itsensä kehittäminen, mahdollisuus työskennellä milloin ja missä vain aiheuttaa stressiä
(Marchetti et al. 2016) Climate change impact on microclimate of work environment related to occupational health and productivity	• Kuumuuden aiheuttamia ongelmia, kuten lämpöhalvaus, kemikaalien sietokyvyn pienentyminen, väsymys, lisääntynyt tapaturmasriski ja palovammat vahinkokosketuksista kuumiin materiaaleihin • Ongelmat vaikuttavat eniten maatalouteen, teollisuuteen, kalastukseen, metsäteollisuuteen, pk-yrityksiin ja ulkona oleviin työntekijöihin kuten palomiehiin, farmareihin, rakennusalan työntekijöihin ja kaivosalaan
(Mbareche et al. 2018) Fungal bioaerosols in biomethanization facilities	• Työntekijät jätteenkäsittelyssä altistuvat sienille enenevissä määrin • Altistuminen yhdistetty mm. astmaan, allergioihin, keuhkoputkentulehdukseen ja infektioihin
(Mensi et al. 2016) Incidence of mesothelioma in Lombardy, Italy: Exposure to asbestos, time patterns and future projections	• Asbestin aiheuttamia sairauksia ilmenee edelleen lähitulevaisuudessa huolimatta asbestin käytön lopettamisesta

Taulukko 4. Artikkelit aakkosjärjestyksessä sekä pääkohdat

ARTIKKELI	ARTIKKELIN PÄÄKOHTIA
(Moraru et al. 2014) Approaching occupational safety and health emerging risks categories and prevention	• Huoli nanomateriaaleista, sillä niiden rakenne on samanlainen kuin asbestilla • Kemikaaleihin liittyvät riskit eivät sinänsä ole uusia, vaan huoli liittyy kasvavaan vauhtiin, jolla uusia tuotteita kehitetään • Biologisia riskejä on vaikea ennustaa, mutta esimerkiksi lääkkeille vastustuskykyisiksi tulevat taudit ovat uhka • Jätteiden käsittely altistaa työntekijät esimerkiksi erilaisille kaasuille ja myrkyille • Teknologian kehitys voi aiheuttaa tuki- ja liikuntaelinvaivoja, esimerkiksi tietokoneella työskentelyn lisääntyminen altistaa rannekanavaoireyhtymälle • Uusi teknologia aiheuttaa haasteita, sillä teknologia voidaan ottaa käyttöön ilman tietoa riskien havainnoimisesta ja estämisestä • Organisatoriset muutokset, muut jatkuvat muutokset sekä uuden oppiminen tiheällä aikavälillä lisäävät psykososiaalista kuormitusta ja työperäistä stressiä • Väkivalta ja väkivallan uhka, väkivallan eri muodot (suullinen, seksuaalinen häirintä, fyysinen) on nouseva riski
(Murashov & Howard 2015) Risks to health care workers from nano-enabled medical products	• Nano-enabled medical products (NEMP) vaikuttavat lääketieteen tutkimuslaboratorioissa, lääketehtaissa, lääkkeiden jakelussa, terveydenhuollossa, kotihoidossa, terveydenhuollon tukipalveluissa ja jätteiden käsittelyssä • Aineiden yhteisvaikutukset NEMPin koskettaessa toista ainetta ja riskit haihtumisen aikana (ilmaan pääsevät nanomateriaalit esim. jätteiden käsittelyn aikana) • Vaikutuksia vaikea arvioida
(Pogačar et al. 2018) The effect of hot days on occupational heat stress in the manufacturing industry: implications for workers' well-being and productivity	• Kuumuus aiheuttaa terveyshaittoja ja voi lisätä tapaturmien määrää • Kuumien kausien aikaan työntekijät eivät välttämättä palaudu tarpeeksi työpäivien välillä

Taulukko 4. Artikkelit aakkosjärjestyksessä sekä pääkohdat

ARTIKKELI	ARTIKKELIN PÄÄKOHTIA
(Schulte et al. 2016) Advancing the framework for considering the effects of climate change on worker safety and health	• Työntekijät kohtaavat uudenlaisia työmaita ja altistuvat erilaisille materiaaleille, ilmansaasteille, orgaanisille yhdisteille sekä eliöille • Ulkotyöntekijöihin sekä hälytystyöntekijöihin, pelastustyöntekijöihin ja puhdistus/kunnostustyöntekijöihin vaikuttavat erityisesti lisääntyvät ääriolosuhteet • Ilmastonmuokkaustekniikoiden vaikutukset eivät ole tiedossa, jolloin ne voivat aiheuttaa odottamattomia vaaroja työntekijöille • Ilmastonmuutoksen vaikutukset eri aloihin voi synnyttää perinteisiä vaaroja uusille aloille tai uusia tunnistamattomia vaaroja • Kestävän kehityksen mukainen kierrätys aiheuttaa monia eri vaaroja kierrätyksen parissa työskenteleville, kuten altistuminen metalleille, kemikaaleille, pölyille ja biologisille aineille • ”Vihreät työpaikat” sisältävät tunnistamattomia riskejä esimerkiksi teknologioihin ja materiaaleihin liittyen • Uusiutuvan energian tuottaminen aiheuttaa ainutlaatuisia vaaroja rakentamisessa, toiminnassa ja kunnossapidossa • Liiallinen altistuminen UV-säteilylle lisää riskiä silmävaurioille, syövälle, ihon palamiselle sekä vastustuskyvyn häiriöille • Hyönteisten, myrkyllisten kasvien ja sienien leviäminen lisää tuholaismyrkkyjen käyttöä, mikä puolestaan lisää työntekijöiden riskiä altistumisille
(Valenti et al. 2016) Towards a greener labour market: Occupational health and safety implications	• Ilmaston muutoksen takia kestävän kehityksen teknologia ja ”vihreät työpaikat” voivat luoda riskejä työntekijöille • Kestävän kehityksen mukaisessa teollisuudessa ei välttämättä tiedosteta perinteisiä riskejä • Uusi teknologia, kuten nanoteknologia, voi tuoda uusia riskejä
(Vonesch et al. 2016) Climate change, vector-borne diseases and working population	• Hyönteisten kuljettamat taudit lisääntyvät ilmastonmuutoksen myötä • Hyönteisten kuljettamat taudit uhka ulkona työskenteleville, kuten maanviljelijöille, metsäteollisuudessa, puutarhureille, rakennusteollisuudessa, kalastajille ja hätätyöntekijöille

Taulukko 4. Artikkelit aakkosjärjestyksessä sekä pääkohdat

ARTIKKELI	ARTIKKELIN PÄÄKOHTIA
(Wandzich & Plaza 2017) New and Emerging Risks Associated with ”green” Workplaces	• Tuulienergia, esimerkkejä huomioon otettavista asioista; haastavilla paikoilla, lisäksi suunnittelun toimenpiteitä tarvitaan mahdollistamaan turvallinen työskentely koko elinkaaren aikana • Rakentaminen, esimerkkejä huomioon otettavista asioista; osa riskeistä siirretty rakennustyömaalta tehtaalle, riskejä uusiutuvien energiatekniikkojen muutos-asennuksessa vanhoihin rakennuksiin tunnetut, uudisrakennusmateriaalien riskit • Bioenergia, esimerkkejä huomioon otettavista asioista; kolmannen polven biopolttoaineiden ja sivutuotteiden turvallisuus (kuten metanoli käymisestä), saasteet, synteettinen biologia • Jäte ja kierrätys, esimerkkejä huomioon otettavista asioista; uudet materiaalit (kuten nanomateriaalit), robotit jätekäsittelyssä • Kuljetus, esimerkkejä huomioon otettavista asioista; itseohjautuvat ajoneuvot, suurjännite, latauspisteet, sähköisku, räjähdyksen tai tulipalon riskit, enemmän onnettomuuksia kaksipyöräisten ajoneuvojen takia • Tuotanto ja robotiikka, esimerkkejä huomioon otettavista asioista; älykkäät robotit, jotka työskentelevät läheisesti ihmisten kanssa, ovat kasvava vaara, inhimillisen suorituskyvyn parannus • Kotimainen ja pienimuotoinen energia, esimerkkejä huomioon otettavista asioista; yhteiset ekologiset järjestelmät, PV, sähköiskut, putoaminen ja kemi-kaalit • Paristot ja energian varastointi, esimerkkejä huomioon otettavista asioista; räjähdyksen riskit, vuoto, uudet akkuteknologiat, myrkylliset kemikaalit • Energiasiirto ja jakelu, esimerkkejä huomioon otettavista asioista; pimennykset johtavat vaaratilanteeseen työpaikassa, vaikeudet hallita monimutkaista verkkoa, älykkäät koneet, laitteet ja sähkön varastointi • Cross-technology, esimerkkejä huomioon otettavista asioista; keskeytyksen riski teollisissa prosesseissa ja korjausoperaatioiden aikana, uudet teknologiat vaativat työntekijöitä, joilla on monialainen pätevyys, uudet materiaalit, nanoma-teriaalit, automaatio ja robotiikka tuovat uusia riskejä

Taulukko 4. Artikkelit aakkosjärjestyksessä sekä pääkohdat

3.2.1 Psykososiaalisen kuormituksen lisääntyminen

Kehittyneet tuotantoprosessit muuttavat työpaikkaa, prosesseja ja työtapoja. Organisatoriset muutokset, työn tehostaminen ja intensiivisyyden nouseminen, työvoiman vaihtuvuus, uudet roolit ja uuden oppiminen tiheällä aikavälillä lisäävät psykososiaalista kuormitusta ja työperäistä stressiä. Myös väkivallan eri muodot ovat nouseva riski (Brocal & Sebastián 2015; Héry & Levert 2017; Moraru et al. 2014).

Tieto- ja viestintätekniikan (ICT) lisääntyminen ja voimakas kehittyminen on johtanut ihminen-kone-vuorovaikutushaasteisiin. ICT ja ICT:tä hyödyntävät teknologiat, kuten robotiikka ja tekoäly, tulevat todennäköisesti vaikuttamaan suuresti työn luonteeseen seuraavien vuosien aikana (Brocal et al. 2018) Painotus tulee olemaan psykososiaalisissa riskeissä työn sisällön, johtamisen ja organisatoristen muutosten takia. Kiihtynyt työtahti, jatkuva oppiminen, tarve laajalle osaamiselle ja jatkuvalle itsensä kehittämiselle, mahdollisuus työskennellä missä ja milloin vain, sekä digitaalisten välineiden käyttö käytöksen, suorituksen ja tuottavuuden tarkkailussa aiheuttavat psykososiaalisia paineita ja stressiä (Badri et al. 2018; Brocal & Sebastián 2015; Leso et al. 2018)

Leson et al. (2018) mukaan automatisoidut laitteet ja robotit voivat korvata työntekijöitä tai tukea heitä tehden työstä turvallisempaa ja sujuvampaa. Robotiikan lisääntyminen vaikuttaa kuitenkin työn organisointiin ja jakoon sekä rooleihin. Työntekijät voivat siirtyä suorittamaan tehtäviä, joissa joutuu tekemään enemmän päätöksiä ja ottamaan vastuuta, suorittamaan suunnittelutehtäviä tai olemaan enemmän ihminen-kone-vuorovaikutuksessa, mikä altistaa riskeille koneiden kanssa sekä aiheuttaa psykososiaalista kuormitusta. Mikäli uuden teknologian käyttöönottoa ei toteuteta huolella, voi psykososiaalinen kuormitus lisääntyä (Brocal et al. 2018; Cresswell et al. 2018; Leso et al. 2018)

Äärimmäiset sääolosuhteet lisääntyvät ja ovat vakavampia vaikuttaen muun muassa ulkotyöntekijöihin, hälytystyöntekijöihin, pelastustyöntekijöihin, palomiehiin ja puhdistus- sekä kunnostustyöntekijöihin. Esimerkiksi tulipalojen lisääntyminen ja tiheämpi esiintyminen vähentää levon määrää. Lisäksi ääriolosuhteet, kuten tulvat ja tulipalot, voivat aiheuttaa posttraumaattisia stressioireita työntekijöille (Ciardini et al. 2016; Schulte et al. 2016).

3.2.2 Tuki- ja liikuntaelinvaivojen lisääntyminen, tapaturmat ja vammat

Kirinin et al. (2015) mukaan uusi teknologia, kuten nanoteknologia, robotit, tekoäly, synteettinen biologia, uudet ihminen-kone-vuorovaikutuksen muodot sekä tuuli- ja aurinkoenergia, tuovat uusia vaaroja. Teknologioiden kompleksisuus ja prosessit monitahoisilla ihminen-kone-vuorovaikutuksilla ovat nouseva riski tuotannossa koko prosessille sekä yksittäisille osa-alueille (Brocal et al. 2018). Uusi teknologia aiheuttaa haasteita, sillä teknologia voidaan ottaa käyttöön ilman tietoa riskien havainnoimisesta ja estämisestä. Teknologian kehitys voi aiheuttaa tuki- ja liikuntaelinvaivoja, kuten tietokoneella työskentelyn lisääntymisen aiheuttaman altistumisen rannekanavaoireyhtymälle (Héry & Levert 2017; Moraru et al. 2014).

Teknologian kehitys, robotiikka ja automatisaatio aiheuttavat fyysisen aktiivisuuden vähentymistä, staattisia asentoja ja virheitä laitteiden käytössä, mitkä johtavat tuki- ja

liikuntaelinvaivoihin. Lisäksi uudet teknologiat voivat lisätä tapaturmien määrää sekä kunnossapidossa että tuotannossa. Uudenlaiset tapaturmat voivat johtua huonosta tai puutteellisesta ohjeistuksesta. Konetekniikka, koneiden liikkuvuus ja joustavuus, ihmisten aiheuttamat virheet, älykkäiden koneiden tekemät virheet ja virheet ohjelmoinnissa voivat aiheuttaa odottamattomia vaaroja sekä vammoja laitteiden kanssa tai niiden lähellä työskenteleville (Badri et al. 2018; Brocal et al. 2018; Brocal & Sebastián 2015). Teknologian kehitys on altistanut järjestelmät ja laitteet myös etähyökkäyksille, mikä vaikuttaa epäsuorasti työturvallisuuteen (Auffret et al. 2017; Ienca & Vayena 2018).

Uusiutuvien energiatekniikkojen muutosasennus vanhoihin rakennuksiin tuo tunnettuja riskejä uuteen tilanteeseen. Kukoistavassa vihreässä teollisuudessa ei välttämättä tiedosteta perinteisiä riskejä, kuten tuki- ja liikuntaelinvaivoja sekä putoamisia ja kaatumisia. Lisäksi itseohjautuvat ajoneuvot kuljetuksessa, robotiikka ja robotit, jotka työskentelevät läheisesti ihmisten kanssa, sekä inhimillisen suorituskyvyn parantelu aiheuttavat uusia ja nousevia riskejä (Valenti et al. 2016; Wandzich & Plaza 2017).

Nestehukka ja kuumuus vaikuttavat kognitiivisiin toimintoihin, reaktionopeuteen, näkökykyyn sekä muistiin. Näin kuumuuden aiheuttama uupuminen ja tarkkaavaisuuden heikentyminen lisää tapaturmariskiä ja fyysisten vammojen syntymistä (Gatto et al. 2016). Marchetin et al. (2016) mukaan kognitiivisten toimintojen vähentyminen ja reaktionopeuden pidentyminen vähentää työturvallisuutta vaarallisissa tehtävissä, kuten lentäjillä ja kuskeilla. Ilmastonmuutoksen vaikutukset eri aloihin voi synnyttää uusia tunnistamattomia vaaroja tai perinteisiä vaaroja uusille aloille, kuten liukastuminen ja kaatuminen sekä tuki- ja liikuntaelinvaivat (Grandi et al. 2016; Schulte et al. 2016). Lisäksi työntekijät voivat altistua palovammoille vahinkokosketuksista kuumiin materiaaleihin (Marchetti et al. 2016).

3.2.3 UV-säteilyn haittavaikutukset ja muut fysikaalisten tekijöiden riskit

Ilmastonmuutos aiheuttaa sekä suoria vaikutuksia, kuten lämpöhalvaus, että epäsuoria vaikutuksia, kuten työntekijöihin negatiivisesti vaikuttavia muutoksia työympäristöön. Monet tutkijat ovat nostaneet esille kuumuuden aiheuttamat ongelmat, joista yleisimpiä ovat uupumus, vähentynyt työsuoritus, lämpörasitus ja lämpöhalvaus (Ciardini et al. 2016; Kjellstrom et al. 2016; Kjellstrom et al. 2017). Ulkona työskentelevillä on lisääntynyt riski altistua liialliselle UV-säteilylle, joka lisää riskiä silmävaurioille, syövälle, ihon palamiselle sekä vastustuskyvyn häiriöille. UV-säteilyn haittavaikutukset voivat pahentua kemikaalisten tekijöiden yhteisaltistuksessa (Grandi et al. 2016; Schulte et al. 2016).

Kuumuus ja ilmankosteus ovat riski erityisesti ulkona työskenteleville, kuten maanviljelijöille, metsäteollisuudessa työskenteleville, rakennusalan työntekijöille, kuljettajille, lentäjille ja asfalttityöntekijöille. Kuumien kausien aikana työntekijät eivät myöskään välttämättä palaudu tarpeeksi työpäivien välillä. Yksilölliset tekijät kuten ikä, paino, fyysinen kunto, alkoholin ja huumeiden käyttö, sairaudet sekä vaatetus vaikuttavat kuumuuden aiheuttamiin oireisiin (Marchetti et al. 2016; Pogačar et al. 2018). Ääriolosuhteet voivat aiheuttaa tuhoa ydinvoimaloissa ja niiden ympäristössä, jolloin esimerkiksi tehdas- ja ensiaputyöntekijät voivat altistua säteilylle, kuumuudelle, tulelle, UV-säteilylle sekä

räjähdyksille (Contessa et al. 2016).

Automatisoidut laitteet voivat aiheuttaa mekaanisia, sähköisiä ja lämpöön liittyviä vaaroja sekä melu-, tärinä- ja säteilyaltistuksia (Leso et al. 2018). Lisäksi esimerkiksi uusiutuvan energian tuottamisessa on otettava huomioon säteily, sähköiskut ja tulipalot (Schulte et al. 2016; Wandzich & Plaza 2017).

3.2.4 Kemikaalien imeytyminen kehoon ja muut kemiallisten tekijöiden riskit

Rakennus- ja muoviteollisuus käyttävät suuria määriä kemikaaleja, jotka sisältävät tai joiden epäillään sisältävän hormonitoimintaa häiritseviä kemikaaleja. Materiaalien kehitys ja tarve energiatehokkaille ja ympäristöä säästäville rakennuksille on tuottanut uusia materiaaleja, eikä kaikkien materiaalien mahdollisista yhteisvaikutuksista ole tietoa (Fucic et al. 2018). Riittämätön tieto ja puutteet kemiallisten aineiden käsittelyssä luovat riskejä tuotannossa. Esimerkiksi uusi laserteknologia ja uudet sovelluskohteet luovat kemikaalisia vaaroja ja muodostavat nanopartikkeleita materiaaleja käsitellessä (Brocal & Sebastián 2015).

Asbestin aiheuttamia sairauksia ilmenee edelleen huolimatta asbestin käytön lopettamisesta. Esimerkiksi pahanlaatuinen mesoteliooma, joka on yhdistetty asbestiin, vaikuttaa yhä edelleen tulevaisuudessa. Sairauksien määrät tulevat laskemaan lähitulevaisuuden aikana (Girardi et al. 2014; Mensi et al. 2016). Morarun et al. (2014) mukaan nanomateriaalit aiheuttavat kasvavaa huolta kansainvälisesti nanoputkien ja asbestikuidun identtisten rakenteiden johdosta. Näiden materiaalien suurien määrien sisäänhengitys pitkällä aikavälillä saattaa aiheuttaa samanlaisia hengitysongelmia kuin asbesti.

Terveydenhoitoalalla nanotuotteet, nano-enabled medical products (NEMP), ovat riski lääketieteen tutkimuslaboratorioissa, lääketehtaissa, lääkkeiden jakelussa, terveydenhuollossa, kotihoidossa, terveydenhuollon tukipalveluissa ja jätteiden käsittelyssä. Tahaton altistuminen NEMP:lle voi tapahtua hengityksen, ihon tai suun kautta, neulan pistona, lääkkeitä valmistellessa, lääkehoitoa annettaessa, jätteiden käsittelyssä, potilasta käsiteltäessä tai nesteiden loiskuessa. Aineiden yhteisvaikutuksia NEMP:n koskettaessa toista ainetta ja riskejä haihtumisen aikana on vaikea arvioida (Murashov & Howard 2015).

Gatto et al. (2016) tuovat esille, että ilmastonmuutoksen tuoma kuumuuden aiheuttama epämukavuus voi saada työntekijät käyttämään vähemmän suojavälineitä ja -vaatteita, mikä lisää kemikaaleille altistumista. Hyönteisten ja myrkyllisten kasvien leviäminen sekä mahdollisten uusien lajien ilmestyminen lisää tuholaismyrkkyjen käyttöä, mikä puolestaan lisää työntekijöiden riskiä altistua kemikaaleille. Kuumuuden lisääntyminen puolestaan edesauttaa tuholaismyrkkyjen imeytymistä ihmisen kehoon ja vaikuttaa kemikaalien sietokyvyn pienentymiseen. Myrkkyjen yhteysvaikutus kuumuuden kanssa voi myös vähentää ihmisen kuumuuden sietokykyä ja aiheuttaa terveyshaittoja (Gatto et al. 2016; Kjellstrom et al. 2017; Schulte et al. 2016; Vonesch et al. 2016). Kemikaalialtistusten lisäksi ulkona työskentelevät altistuvat ilmansaasteille (Ciardini et al. 2016).

Ilmastonmuutoksen myötä kestävän kehityksen mukainen toiminta tuo mukanaan uusia riskejä. Esimerkiksi ilmastonmuokkaustekniikoiden vaikutukset eivät ole tiedossa ja kestävän kehityksen mukai-

sessa rakentamisessa työntekijät kohtaavat uudenlaisia työmaita ja altistuvat erilaisille materiaaleille, ilmansaasteille sekä orgaanisille yhdisteille (Schulte et al. 2016; Valenti et al. 2016). Ihmiskunnan kasvaessa pyritään myös tehokkaaseen jätteenkäsittelyyn. Kestävän kehityksen mukainen kierrätys aiheuttaa kuitenkin monia eri vaaroja kierrätyksen ja jätteiden parissa työskenteleville, kuten altistumisen kaasuille, metalleille, kemikaaleille, nanomateriaaleille sekä pölyille (Schulte et al. 2016; Wandzich & Plaza 2017).

Kestävän kehityksen mukaiset työpaikat sisältävät tunnistamattomia riskejä muun muassa uuden teknologian, kuten nanoteknologian, ja materiaalien takia. Uusiutuvan energian tuottaminen aiheuttaa ainutlaatuisia vaaroja rakentamisessa, toiminnassa ja kunnossapidossa. Huomioon otettavia asioita ovat esimerkiksi mikroilmastot, kemikaalit, nanomateriaalit, metallit, kaasut, hydrogeologiset riskit, karsinogeenit sekä päästöt (Schulte et al. 2016; Valenti et al. 2016; Wandzich & Plaza 2017).

3.2.5 Biologisten sairauksien leviäminen ja muut biologisten tekijöiden riskit

Työperäiset taudit sisältävät sekä jo tiedossa olevia, kuten pölykeuhkosairaudet ja asbestin aiheuttamat sairaudet, sekä uusia sairauksia. Krooniset sairaudet ovat yksi isoimmista haasteista. Biologisia riskejä on vaikea ennustaa, mutta esimerkiksi lääkkeille vastustuskykyisiksi tulevat taudit ovat uhka (Harrison & Dawson 2016).

Kuumuus voi vaikuttaa biologisten sairauksien leviämiseen. Hyönteisten välittämät taudit todennäköisesti nousevat esille ilmastonmuutosten takia. Vonesch et al. (2016) muistuttavat, että myös muut ympäristölliset ja ihmislähtöiset tekijät, kuten lisääntynyt matkustaminen ja kaupankäynti, metsien hävittäminen ja metsien istuttaminen, muuttunut maankäyttö sekä kaupungistuminen, vaikuttavat tautien leviämiseen. Erityisesti ulkona työskentelevillä on lisääntynyt riski hyönteisten välittämille sairauksille sekä riski altistua biologisille allergeeneille, myrkyllisille kasveille, sienille ja homeelle (Ciardini et al. 2016; D'Ovidio et al. 2016). Turvapaikanhakijoilla on korkeampi riski tuberkuloosiin, koska he tulevat usein huonoista terveysolosuhteista, mikä puolestaan lisää terveydenhuollon alan työntekijöiden riskiä sairastua tuberkuloosiin (Diel et al. 2016).

Kierrätyksen ja jätteiden parissa työskentelevät altistuvat biologisille aineille. Biometanointi jätteen käsittelyssä altistaa työntekijät sienille enenevissä määrin. Altistuminen on yhdistetty esimerkiksi astmaan, allergioihin, keuhkoputkentulehdukseen ja infektioihin. Uusiutuvan energian tuottamisessa on huomioitava biologiset riskit aikaisemmin esiteltyjen riskien lisäksi (Mbareche et al. 2018; Schulte et al. 2016). Riittämätön tieto ja puutteet biologisten aineiden käsittelyssä luovat riskejä tuotannossa (Brocal & Sebastián 2015). Synteettinen biologia on nouseva ala ja aiheuttaa riskejä laboratorioissa, terveydenhuollossa ja teollisuudessa. Riskit voivat lisääntyä kaupallistamisen myötä (Howard et al. 2017).

3.3 Lähitulevaisuus - Raportit ja muu materiaali

Raporttien ja muun materiaalin sisältö on jaettu kolmeen kategoriaan sen mukaan, millaisia työturvallisuus- ja työterveysriskejä niissä käsiteltiin. Kategoriat käsitellään seuraavassa järjestyksessä: 1. Psykososiaalisen kuormituksen lisääntyminen, 2. Tuki- ja liikuntaelinvaivojen lisääntyminen sekä koneiden kanssa tapahtuvat tapatur-

mat, ja 3. Uusien materiaalien aiheuttamat terveyshaitat ja muut fysikaalisten, kemiallisten ja biologisten tekijöiden riskit. Taulukkoon 5 on listattu raportit ja muu materiaali sekä niiden pääkohdat aakkosjärjestyksessä. Taulukon yhteenvedon jälkeen aineistoa käsitellään tarkemmin alakappaleissa edellä mainitussa järjestyksessä.

RAPORTIT JA MUU MATERIAALI	MATERIAALIN PÄÄKOHTIA
(Birtles 2018) The future of the (e)-retail sector from an occupational safety and health point of view - Discussion paper	• Tarve ja paineet tehokkuudelle voi johtaa siihen, että ihmiset suorittavat nopeatahtista, pitkäkestoista, korkeariskistä työtä, mikä vaikuttaa fyysiseen ja psyykkiseen hyvinvointiin • Kuljettajilla paineet nopeisiin toimituksiin ja pitkät työajat, mikä johtaa väsymykseen ja tiellä tapahtuviin tapaturmiin
(de Jong et al. 2014) Current and emerging issues in the healthcare sector, including home and community care	• Altistumisten lisääntyminen (suhteellisen) uusille kemikaalisille tekijöille ja nanohiukkasille • Biologisille altisteille altistumisen lisääntyminen • Uusien laitteiden kehitys lääketieteessä altistaa uusille riskeille • Kielimuuri hoitajien ja maahanmuuttajien välillä voi olla turvallisuusriski • Muutokset organisaatioissa luovat painetta ja stressiä • Korkea fyysinen kuormitus esimerkiksi kotihoidossa puutteellisten apuvälineiden takia • Mobiililaitteiden aiheuttamat ergonomiset ongelmat • Väkivalta ja kiusaaminen yhdistettynä emotionaalisesti vaativaan työhön on nouseva ongelma • Potilaiden liikkuvuus EU:n sisällä aiheuttaa joihinkin sairaaloihin kuormitusta, kun taas osa maista menettää ammattilaisia, jolloin jäljelle jäävillä iso kuormitus • Kotihoidon lisääntyminen altistaa työntekijöitä enenevissä määrin väkivallalle ja biologisille tekijöille

Taulukko 5. Raportit ja muu materiaali sekä niiden pääkohdat aakkosjärjestyksessä

RAPORTIT JA MUU MATERIAALI	MATERIAALIN PÄÄKOHTIA
(Ellwood et al. 2014a) Green Jobs, new risks? New and emerging risks to occupational safety and health in the electricity sector - Workshop for European Sectoral Social Dialogue Committee "Electricity."	• Innovatiivinen tekniikka, uudet materiaalit, joiden riskeistä ei ole tietoa, ja myrkylliset kemikaalit voivat luoda uusia riskejä • Toimenpiteet ympäristön suojelemiseksi voi vaikuttaa työturvallisuuteen • Automaatio poistaa ihmisiä vaarallisista tehtävistä, mutta toisaalta kompleksisuus ja ihminen-kone-vuorovaikutus tuo uusia riskejä • Sähkötekniikan ja hybridilaitteiden lisääntyminen riski kunnossapidossa ja hälytystyöntekijöille
(Ellwood et al. 2014b) Foresight on new and emerging risks associated with new technologies by 2020 : Workshop for EU Focal Points	• Uudet materiaalit, kuten nanotekniikka, biomateriaalit ja älykkäät materiaalit, riski esimerkiksi tuotannossa, rakennusalalla ja jätteenkäsittelyssä • Automaatio ja ihminen-kone-vuorovaikutus voi tuoda esiin uusia riskejä, kuten psykososiaalista kuormitusta ja toimintahäiriöiden kautta riskin työturvallisuudelle • Lisääntynyt sähkönkäyttö on riski esimerkiksi asentajille, kunnossapidossa ja hätätyöntekijöille
(EU-OSHA 2017) 3D printing and additive manufacturing – The implications for OSH	• 3D - ja 4D-tulostamisessa sekä bio- ja nanotulostamisessa käytetään uusia materiaaleja sekä uutta tekniikkaa, mikä aiheuttaa riskejä
(EU-OSHA 2016a) A review on the future of work: Robotics. Discussion Paper	• Työn luonteen muuttumisella ja ihminen-kone-vuorovaikutuksella on psykososiaalisia vaikutuksia • Autonomisten robottien tuomat riskit vaativat lisää tutkimusta
(EU-OSHA 2016b) Second European Survey of Enterprises on New and Emerging Risks (ESENER-2). Overview Report: Managing Safety and Health at Work	• Useimmiten tunnistetut vaaratekijät liittyvät hankaliin asiakkaisiin, opiskelijoihin tai potilaisiin, väsyttäviin tai kivuliaisiin asentoihin, sekä toistuviin käden ja käsivarren liikkeisiin • Psykososiaalisia riskejä pidettiin haastavimpina • Koneiden kanssa tapahtuvat tapaturmat ja tuki- ja liikuntaelinvaivat laajasti eri aloilla • Muutokset työelämässä johtavat nouseviin psykososiaalisiin riskeihin, stressiin ja mielenterveyden heikentymiseen

Taulukko 5. Raportit ja muu materiaali sekä niiden pääkohdat aakkosjärjestyksessä

RAPORTIT JA MUU MATERIAALI	MATERIAALIN PÄÄKOHTIA
(European Commission 2014) EU Strategic Framework on Health and Safety at Work 2014-2020	• Uusi tekniikka, tuotteet ja prosessit aiheuttavat riskejä • Nousevia riskejä ovat esimerkiksi nanomateriaalit, bioteknologia, vihreä teknologia • Teknologian kehittyminen tuo muutoksia organisaatioihin ja työtapoihin • Joillakin naisvaltaisilla aloilla työn luonne aiheuttaa tuki- ja liikuntaelinvaivoja tai syöpäriskin.
(Houtman et al. 2016) Monitoring new and emerging risks	• Esimerkiksi tietokoneiden ja automaation aiheuttama fyysinen toimettomuus yhdessä ympäristötekijöille altistumisen kanssa lisäävät riskiä tuki- ja liikuntaelinvaivoihin, joista seuraa sairauspoissaoloja ja työkyvyttömyyttä • Työn epävarmuus, työn tehostuminen ja kiihtyminen, korkeat vaatimukset, väkivalta, häirintä ja kiusaaminen aiheuttavat psykososiaalisia vaivoja • Lisääntynyt altistuminen kemikaaleille ja biologisille tekijöille riski terveydelle esimerkiksi teollisuudessa, sähköalalla, terveysalalla sekä energia- ja ympäristöalalla
(Lißner et al. 2014) Exposure to carcinogens and work-related cancer: A review of assessment methods	• Työperäinen syöpä on yhä ongelma ja tulee olemaan myös tulevaisuudessa työntekijöiden karsinogeeneille altistumisen vuoksi • Jo tunnettujen riskien lisäksi esim. nanomateriaalit ja ionisoimaton säteily • Uusia töitä esimerkiksi jätteen käsittelyssä ja kierrätyksessä • Nanoteknologian käyttö voi luoda riskejä • Tiedettyjen karsinogeenien käyttö uusissa tehtävissä, prosesseissa ja tuotteissa voi aiheuttaa riskejä
(Rhisiart et al. 2014) Scoping study for a foresight on new and emerging occupational safety and health (OSH) risks and challenges	• ICT:n kehitys ja monimutkaistuva ihminen-kone-vuorovaikutus lisää psykososiaalista kuormitusta • Palvelualojen kasvu lisää altistumista kemikaaleille, psykososiaalisia riskejä, emotionaalista kuormitusta sekä altistumista väkivallalle ja aggressiolle

Taulukko 5. Raportit ja muu materiaali sekä niiden pääkohdat aakkosjärjestyksessä

RAPORTIT JA MUU MATERIAALI	MATERIAALIN PÄÄKOHTIA
(Stacey et al. 2018) Foresight on new and emerging occupational safety and health risks associated with digitalisation by 2025	• Työvälineet ja järjestelmät o 3D- ja 4D-tulostaminen sekä biotulostaminen lisää altistumista uusille aineille, joiden vaikutuksia ei vielä tiedetä o Automaatio ja robotiikka, autonomiset laitteet ja dronet voivat aiheuttaa harmia tarttumisen, sotkeutumisen, osumisen, melun ja tärinän kautta o Robottien käyttämät välineet (laser, mekaaniset välineet) voivat olla vaaraksi ihmiselle o Liiallinen luotto robotteihin ja ulkoisiin tukirankoihin voi johtaa ihmisen fyysisen kunnon heikentymiseen tai liialliseen riskienottoon tukirangan antaman lisävoiman takia o Istumatyön ja mobiililaitteiden käytön lisääntyminen altistaa huonoille asennoille, liikalihavuudelle, sairaskohtauksille, diabetekselle ja ahdistukselle o Eleiden, silmien ja äänen käyttö ohjauksessa/laitteiden käytössä voi lisätä ylikuormitusta tietyille kehon osille, mikä voi johtaa terveysongelmiin o Automaatio poistaa tiettyjä työvaiheita ihmisiltä, mutta jättää toistuvia tai vaikeita tehtäviä ihmisille, mikä vähentää työtehtävien vaihtelevuutta ja työnkiertoa ja voi johtaa esimerkiksi rasitusvammoihin o Ihminen-kone-vuorovaikutus, komentojen väärinanto ja -ymmärrys, kognitiivisen kuormituksen lisääntyminen, ennalta arvaamaton vuorovaikutus (ihminen odottaa koneelta/laitteelta eri asiaa mitä tapahtuu tai ohjelmisto ei ole yhteensopiva toisen ohjelmiston kanssa) lisäävät riskejä o Nopea vauhti teknologian muutoksissa voi aiheuttaa mielenterveyteen vaikuttavia ongelmia o Uuden ja vanhan teknologian yhteensopimattomuus voi aiheuttaa ennalta näkemättömiä ongelmia o Altistuminen sähkömagneettisille kentille voi lisääntyä • Organisaatio ja työn johtaminen o 24/7-työkulttuuri ja jatkuva yhteydenpito johtaa vaikeuksiin pitää tasapaino työn ja vapaa-ajan välillä o Digitalisoidut johtamismenetelmät ja algoritmien käyttö voi johtaa siihen, ettei tunne olevansa kontrollissa, mikä aiheuttaa stressiä, heikentynyttä tuottavuutta ja poissaoloja o Jatkuva monitorointi puettavilla laitteilla voi johtaa työhyvinvoinnin vähenemiseen erityisesti yhdistettynä kontrollin puutteeseen, työn epävarmuuteen tai informaation puutteeseen datan keräämisestä ja käytöstä o Laitteiden ohjaaminen netin kautta lisää mahdollisuuksia hakkerointiin • Liiketoimintarakenteet o Online-alustat voivat johtaa työyhteisön tuen katoamiseen sekä epäselviin rajoihin työn ja vapaa-ajan välillä o Itsenäisillä työntekijöillä ei välttämättä ole taitoa hallita työkuormaansa turvallisesti ja terveellisesti o Yksintyöskentelevät julkisilla paikoilla ja kuljetusalalla altistuvat suulliselle ja fyysiselle väkivallalle o Lisääntynyt riippuvuus internetistä voi lisätä kyberkiusaamista

Taulukko 5. Raportit ja muu materiaali sekä niiden pääkohdat aakkosjärjestyksessä

RAPORTIT JA MUU MATERIAALI	MATERIAALIN PÄÄKOHTIA
(Stacey et al. 2017) Key trends and drivers of change in information and communication technologies and work location. Foresight on new and emerging risks in OSH. Working report	• ICT-kehityksen riskit ovat pääasiassa psykososiaalisia, esimerkiksi emotionaalinen ja kognitiivinen kuormitus 24/7-taloudessa, perinteisten hierarkioiden ja sosiaalisten kontaktien menetys ja vaikeus pitää tasapaino työn ja vapaa-ajan välillä, sekä ergonomisia, esimerkiksi lisääntynyt mobiililaitteiden käyttö ja ihminen-kone-vuorovaikutus • Liiallinen luottaminen koneisiin on riski työturvallisuudelle • Kompleksinen ihminen-kone-vuorovaikutus lisää kognitiivista kuormitusta, millä on vaikutuksia terveyteen ja aiheuttaa korkeamman mahdollisuuden virheisiin • Huonosti suunniteltu ihminen-kone-vuorovaikutus voi aiheuttaa virheitä työntekijöiden toiminnassa • Tietokoneiden ja automaation lisääntyminen voi johtaa fyysiseen toimimattomuuteen, mikä lisää terveysriskejä kuten sydänongelmia, ylipainoa, tiettyjä syöpiä, masennusta sekä ahdistusta

Taulukko 5. Raportit ja muu materiaali sekä niiden pääkohdat aakkosjärjestyksessä

3.3.1 Psykososiaalisen kuormituksen lisääntyminen

Muutokset työelämässä johtavat nouseviin psykososiaalisiin riskeihin, stressiin ja mielenterveyden heikentymiseen. Palvelualojen kasvun myötä psykososiaalisten riskien lisäksi emotionaalinen kuormitus sekä altistuminen väkivallalle ja aggressiolle lisääntyvät. Väkivalta ja kiusaaminen yhdistettynä emotionaalisesti vaativaan työhön on nouseva ongelma (de Jong et al. 2014; EU-OSHA 2016b; Rhisiart et al. 2014). Muutokset organisaatioissa sekä vähennykset henkilöstömäärissä luovat painetta ja stressiä esimerkiksi terveydenhoitoalalla. Potilaiden liikkuvuus EU:n sisällä aiheuttaa joihinkin sairaaloihin kuormitusta osan maista menettäessä ammattilaisia, jolloin jäljelle jäävillä työntekijöillä on iso kuormitus (de Jong et al. 2014).

Teknologian kehittyminen tuo muutoksia organisaatioihin ja työtapoihin. Työn luonteen muuttuminen ja ihminen-kone-vuorovaikutus lisää psykososiaalista kuormitusta (EU-OSHA 2016a). Nopea vauhti teknologian muutoksissa voi aiheuttaa kykenemättömyyttä pysyä muutoksessa mukana ja mielenterveyteen vaikuttavia ongelmia (Stacey et al. 2018). Tietokoneiden ja automaation lisääntymisen aiheuttama fyysinen toimimattomuus ja istuma-

työn lisääntyminen on yhdistetty masennukseen ja ahdistukseen, mitkä puolestaan johtavat sairauspoissaoloihin ja työkyvyttömyyteen. Kompleksisen ihminen-kone-vuorovaikutuksen aiheuttama lisääntynyt kognitiivinen kuormitus aiheuttaa korkeamman mahdollisuuden virheisiin (Stacey et al. 2017).

Digitalisoidut johtamismenetelmät ja algoritmien käyttö voi johtaa kontrollintunteen menettämiseen, mikä aiheuttaa stressiä ja poissaoloja sekä heikentää tuottavuutta. Jatkuva monitorointi puettavilla laitteilla voi johtaa työhyvinvoinnin vähenemiseen erityisesti yhdistettynä kontrollin puutteeseen, työn epävarmuuteen tai informaation puutteeseen datan keräämisestä ja käytöstä. Laitteiden ohjaaminen netin kautta lisää mahdollisuuksia hakkerointiin, mikä voi johtaa puettavien laitteiden hallinnan menettämiseen, hyökkäyksiin kriittisiin infrastruktuureihin sekä datan varastamiseen tai korruptoimiseen (Stacey et al. 2018).

ICT:n kehitys aiheuttaa psykososiaalisia haasteita, kuten emotionaalinen ja kognitiivinen kuormitus 24/7-taloudessa, perinteisten hierarkioiden ja sosiaalisten kontaktien menetys sekä vaikeus pitää tasapaino työn ja vapaa-ajan välillä. Internetissä tapahtuvassa vähittäiskaupassa esiintyy tarvetta ja paineita tehokkuudelle, mikä voi johtaa siihen, että ihmiset suorittavat nopeatahtista, pitkäkestoista ja korkeariskistä työtä, joka vaikuttaa fyysiseen ja psykososiaaliseen hyvinvointiin (Birtles 2018; Stacey et al. 2017). Online-alustat voivat johtaa työyhteisön tuen katoamiseen, epäselviin rajoihin työn ja vapaa-ajan välillä, sekä epäselviin työskentelyolosuhteisiin. Itsenäisillä työntekijöillä ei välttämättä ole taitoa hallita työkuormaansa turvallisesti ja terveellisesti. Yksintyöskentely esimerkiksi tietokoneella johtaa sosiaalisen kontaktin vähenemiseen (Houtman et al. 2016; Stacey et al. 2017, 2018).

3.3.2 Tuki- ja liikuntaelinvaivojen lisääntyminen sekä koneiden kanssa tapahtuvat tapaturmat

Uusi tekniikkaa tuo mukanaan uusia tuotteita ja prosesseja, joiden vaikutukset turvallisuuteen olisi testattava. Uuden ja vanhan teknologian yhteensopimattomuus voi aiheuttaa ennalta näkemättömiä ongelmia (European Commission 2014; Stacey et al. 2018). Koneiden kanssa tapahtuvat tapaturmat ja tuki- ja liikuntaelinvaivat kuuluvat usein tunnistettuihin riskeihin laajasti eri aloilla (EU-OSHA 2016b; Rhisiart et al. 2014).

Tietokoneiden ja automaation lisääntymisen aiheuttama fyysinen toimettomuus ja istumatyön lisääntyminen lisää riskiä tuki- ja liikuntaelinvaivoihin sekä muihin terveysriskeihin kuten sydänongelmiin, sairaskohtauksiin, ylipainoon, diabetekseen sekä tiettyihin syöpiin, mitkä puolestaan johtavat sairauspoissaoloihin ja työkyvyttömyyteen (Houtman et al. 2016; Stacey et al. 2017, 2018). Vaikka automaatio poistaa joitakin työtehtäviä, jää ihmisille siitä huolimatta toistuvia ja vaikeita tehtäviä. Työtehtävien vaihtelevuus ja työnkierto voivat vähentyä aiheuttaen muun muassa rasitusvammoja sekä enemmän riskejä vaikeissa työtehtävissä, kuten yllättävissä kunnossapidon tehtävissä. Liiallinen luottaminen koneisiin on riski, esimerkiksi tietämättömyys prosessin kulusta tai ympäristön tarkkailemisen jättäminen voi johtaa tapaturmaan. Liiallinen luotto robotteihin ja ulkoisiin tukirankoihin voi johtaa myös esimerkiksi ihmisen fyysisen kunnon heikentymiseen tai liialliseen riskienottoon tukirangan antaman lisävoiman takia (Ellwood et al. 2014b; Stacey et al. 2017, 2018).

ICT:n kehityksen aiheuttamat riskit ovat muun muassa ergonomisia, kuten ihmisen ja koneen vuorovaikutus. Ihmisen ja koneen vuorovaikutuksen riskejä ovat muun muassa huonon suunnittelun aiheuttamat virheet, komentojen väärinanto ja -ymmärrys, ennalta arvaamaton vuorovaikutus, jolloin ihminen odottaa eri asiaa mitä tapahtuu, sekä ohjelmiston yhteensopimattomuus toisen ohjelmiston kanssa. Eleiden, silmien ja äänen käyttäminen ohjauksessa ja laitteiden käytössä voi lisätä ylikuormitusta tietyille kehon osille, mikä voi johtaa terveysongelmiin (Ellwood et al. 2014b; Stacey et al. 2017, 2018). Lisääntyneet odotukset jatkuvasta valmiudesta yhteydenpitoon voivat johtaa mobiililaitteiden, jotka eivät ole niin ergonomisia kuin pöytäkoneet ja laitteet, käyttöön esimerkiksi matkustaessa, mikä johtaa tuki- ja liikuntaelinvaivoihin (Houtman et al. 2016; Stacey et al. 2017, 2018). Korkea fyysinen kuormitus esimerkiksi kotihoidossa puutteellisten apuvälineiden takia, mobiililaitteiden aiheuttamat ergonomiset ongelmat, työtuntien lisääntyminen ja kova kuormitus vaikuttavat työntekijöiden työhyvinvointiin (de Jong et al. 2014).

3.3.3 Uusien materiaalien aiheuttamat terveyshaitat ja muut fysikaalisten, kemiallisten ja biologisten tekijöiden riskit

Uudet materiaalit, kuten nanomateriaalit, uudet komposiitit tuulivoimaloiden tuotannossa, biomateriaalit, myrkylliset kemikaalit aurinkopaneeleissa ja älykkäät materiaalit, joiden riskeistä ei ole tarpeeksi tietoa, sekä tiedettyjen karsinogeenien käyttö uusissa tehtävissä ja prosesseissa sekä tuotteissa aiheuttavat vaaran työntekijöiden työterveydelle. Myös esimerkiksi 3D- ja 4D-tulostamisessa sekä bio- ja nanotulostamisessa käytetään uusia materiaaleja ja uutta tekniikkaa. Kaikkia eri aineiden ja materiaalien aiheuttamia terveysriskejä ei vielä tiedetä (Ellwood et al. 2014a; Ellwood et al. 2014b; EU-OSHA, 2017; European Commission, 2014; Houtman et al. 2016; Lißner et al. 2014). Lisääntynyt altistuminen kemikaaleille, nanomateriaaleille ja biologisille tekijöille aiheuttaa uusia riskejä muun muassa teollisuudessa, sähköalalla, rakennusalalla, jätteenkäsittelyssä sekä energia- ja ympäristöalalla (Houtman et al. 2016).

Automaatio ja robotiikka, autonomiset laitteet ja dronet voivat aiheuttaa harmia esimerkiksi tarttumisen, sotkeutumisen, osumisen, melun ja tärinän kautta. Robottien käyttämät välineet, kuten laser ja mekaaniset välineet, voivat olla vaaraksi ihmiselle (Stacey et al. 2018). Sähkötekniikan ja hybridilaitteiden lisääntyminen on riski kunnossapidossa ja hälytystyöntekijöille. Altistuminen sähkömagneettisille kentille voi lisääntyä, mikä on riski esimerkiksi asentajille, kunnossapidossa ja hätätyöntekijöille (Ellwood et al. 2014a, 2014b; Stacey et al. 2017, 2018). Uusien laitteiden kehitys lääketieteessä altistaa uusille riskeille, kuten säteilylle. Altistuminen kemikaalisille tekijöille, kuten nanohiukkasille, ja biologisille altisteille lisääntyy (de Jong et al. 2014).

4. Pohdinta

4.1 Muutokset työjärjestelmän näkökulmasta

Työjärjestelmässä tiettyjä työvälineitä ja teknologiaa käytetään suorittamaan tiettyjä tehtäviä määritellyssä työympäristössä. Työjärjestelmä voi tuottaa joko positiivisia seurauksia, kuten turvallisuutta, terveyttä, tuottavuutta ja laatua tai negatiivisia vaikutuksia, kuten stressiä, tapaturmia ja vammoja (Carayon 2009; Reiman & Väyrynen 2018; Smith & Carayon-Sainfort 1989). Kuva 2 esittelee työturvallisuuteen ja -terveyteen kohdistuvia muutoksia työjärjestelmän näkökulmasta. Ilmastonmuutos, kestävä kehitys, uudet teknologiat ja materiaalit, sekä automatisointi ja robotit tulevat vaikuttamaan työjärjestelmään usealla tavalla.

4.2 Jatkotutkimusaiheet

Tässä raportissa käsitellyissä julkaisuissa on nostettu esille lukuisia jatkotutkimusta vaativia aiheita. Aineiston tuloksista on kuitenkin havaittavissa, etteivät suomalaiset tutkijat ole juurikaan julkaisseet tutkimuksia työturvallisuuden ja -terveyden tulevaisuudesta, ainakaan siten, että ne olisivat nousseet esille Scopuksessa. Yhtenä jatkotutkimusaiheena voisi olla sen selvittäminen, mitkä tulevaisuuden työturvallisuus- ja työterveysriskit ovat todennäköisimpiä Suomessa ja mille aloille uudet ja nousevat riskit kohdistuvat ensimmäisenä.

Badri et al. (2018) ehdottavat monitieteisempää tutkimusta, jotta ihmistyövoiman ja älykkäiden laitteiden integraatiota saadaan parannettua. Tutkimuksen tulisi olla kohdistunut nouseviin riskeihin kaikilla tuotannon tasoilla, sosiaalisen vastuun parantamiseen liikeyrityksissä, työpaikan suunnitteluun ja kokoonpanoon, sekä tietotekniikkojen tehokkaaseen käyttöön. Fyysisten ja kognitiivisten tekijöiden ja kykyjen huomioonottaminen ja tutkiminen tuotannossa, automaatiossa sekä tehtävien jaossa työntekijöiden ja älykkäiden laitteiden kesken on tärkeää. Uusien työympäristöjen suunnittelun tulisi pysyä fokusoituneena ihmisiin ja työntekijöiden turvallisuuteen ja mukavuuteen. Esimerkiksi antureita voisi kehittää valvomaan työntekijöitä ja varmistamaan heidän turvallisuutensa jatkuvasti. Inhimillisen käyttäytymisen, tarkoituksien ja reaktioiden mallintamista paineeseen, vaikeuksiin ja epävarmuuteen tarvitaan.

Robotiikan lisääntyminen vaikuttaa työn organisointiin, rooleihin sekä työtapoihin ja

Organisaatio

- Organisatorisia piirteitä, jotka luovat riskejä työpaikalle, ovat esimerkiksi työn tehostuminen, kiihtynyt työtahti, pitkät työajat, puutteet kemiallisten aineiden ja biologisten vaarojen tunnistamisessa ja käsittelyssä, uudet roolit, väkivalta ja kiusaaminen
- Työn sisällön, johtamisen ja organisatoristen muutosten vuoksi painotus on psykososiaalisissa riskeissä.
- Teknologian kehittyminen ja robotiikan lisääntyminen vaikuttaa työn organisointiin ja jakoon, työtapoihin sekä rooleihin
- Digitalisoidut johtamismenetelmät ja algoritmien käyttö voi johtaa siihen, että työntekijä menettää hallinnan tunteen, mikä aiheuttaa stressiä, heikentynyttä tuottavuutta ja poissaoloja
- Jatkuva monitorointi puettavilla laitteilla voi johtaa työhyvinvoinnin vähenemiseen

Työympäristö

- Ilmastonmuutoksen aiheuttama kuumuus, säteily, ilmansaasteet, tautien leviäminen sekä tuholaishyönteiset vaikuttavat työolosuhteisiin
- Ääriolosuhteet voivat aiheuttaa tuhoa, esimerkiksi ydinvoimateollisuudessa vahingot tehtaassa ja sen ympäristössä altistavat työntekijät säteilylle, kuumuudelle, tulelle, UV-säteilylle ja räjähdyksille
- Työntekijät kohtaavat uudenlaisia työmaita esimerkiksi vihreässä teollisuudessa
- Lisääntynyt altistuminen kemikaaleille ja biologisille tekijöille on riski esimerkiksi teollisuudessa, sähköalalla, terveysalalla sekä energia- ja ympäristöalalla

Työtehtävät

- Uusiutuvan energian tuottaminen ja vihreät työpaikat aiheuttavat ainutlaatuisia vaaroja
- Uusien työtehtävien kehittyminen ilmastonmuutoksen, kestävän kehityksen ja teknologian kehityksen myötä
- Automatisoidut prosessit ja fyysisen aktiivisuuden vähentyminen, staattiset asennot, lisääntynyt psyykkinen kuormitus, päätöksentekoon liittyvät haasteet ja virheet laitteiden käytössä aiheuttavat tuki- ja liikuntaelinvaivoja sekä psykososiaalisia ongelmia
- Automaatio poistaa tiettyjä työvaiheita ihmisiltä, mutta jättää toistuvia tai vaikeita tehtäviä ihmisille, mikä vähentää työtehtävien vaihtelevuutta ja työnkiertoa, mikä voi johtaa esimerkiksi rasitusvammoihin
- Työntekijät voivat siirtyä suorittamaan tehtäviä, joissa joutuu tekemään enemmän päätöksiä ja ottamaan vastuuta, mikä aiheuttaa psykososiaalista stressiä
- Palvelualoilla useimmiten tunnistetut vaaratekijät liittyvät hankaliin asiakkaisiin, opiskelijoihin tai potilaisiin, väsyttäviin tai kivuliaisiin asentoihin, sekä toistuviin käden ja käsivarren liikkeisiin

Työntekijä

- Emotionaalinen ja kognitiivinen kuormitus 24/7-taloudessa
- Vaikeus pitää tasapaino työn ja vapaa-ajan välillä
- Jatkuva oppimisen tarve sekä mahdollisuus työskennellä milloin ja missä vain aiheuttaa stressiä

Teknologia ja työvälineet

- Automatisoidut laitteet ja robotit voivat aiheuttaa mekaanisia, sähköisiä ja lämpöön liittyviä vaaroja sekä melu-, tärinä-, säteily- ja kemikaalialtistuksia
- Teknologian kehitys, uusi teknologia, kuten nanoteknologia, ja uudet materiaalit, kuten nanomateriaalit, biomateriaalit ja älykkäät materiaalit, voivat aiheuttaa riskejä
- Uuden ja vanhan teknologian yhteensopimattomuus voi aiheuttaa ennalta näkemättömiä ongelmia
- Ilmastonmuokkaustekniikoiden vaikutukset eivät ole tiedossa
- Ihmisen ja koneen vuorovaikutuksen aiheuttamat ongelmat
- Tieto- ja viestintätekniikan (ICT) lisääntyminen
- 3D- ja 4D-tulostaminen, bio- ja nanotulostaminen lisäävät altistumista uusille aineille, joiden vaikutuksia ei vielä tiedetä
- Tietokoneiden, automaation, mobiililaitteiden ja istumatyön lisääntyminen voi johtaa fyysiseen toimimattomuuteen, mikä lisää terveysriskejä kuten sydänongelmia, ylipainoa, tiettyjä syöpiä, ja masennusta sekä ahdistusta
- Eleiden, silmien ja äänen käyttäminen ohjauksessa ja laitteiden käytössä voi lisätä ylikuormitusta tietyille kehon osille, mikä voi johtaa terveysongelmiin
- Sähkötekniikan ja hybridilaitteiden lisääntyminen riski kunnossapidossa ja hälytystyöntekijöille

Kuva 2. Työjärjestelmään kohdistuvia muutoksia

-menetelmiin, mikä johtaa sekä psykososiaalisiin että fyysisiin työturvallisuus- ja työterveysriskeihin. Robotiikkaan liittyviä kognitiivisia sekä fyysisiä vaikutuksia tulisi tämän johdosta selvittää entistä tarkemmin (Brocal et al. 2018; Cresswell et al. 2018; Leso et al. 2018). Cresswell et al. (2018) nostavat esiin tarpeen tutkia robottien käyttöä, mahdollisia haasteita sekä tahattomia seuraamuksia terveydenhoitoalalla. Mallia voisi ottaa muista teollisuusaloista, joissa on alettu tarttua robotiikan tuomiin haasteisiin. Terveydenhuollossa robotiikassa monet toiminnot liittyvät potilaisiin ja henkilökuntaan, jolloin ihmisten ja koneiden on toimittava rinnakkain ja yhteistoiminnassa korkean riskin ympäristössä. Robotiikka terveydenhoitoalalla tuo mukanaan myös sosioteknologisia haasteita käytettäessä sovelluksia, jotka hämärtävät sosiaalisia ja teknisiä dimensioita.

Ihmiskunnan kasvaessa ja ilmastonmuutoksen vaikuttaessa siirrytään yhä enemmän kestävän kehityksen mukaiseen toimintaan ja uusiutuvan energian tuottamiseen. Kestävän kehityksen mukaisilla työpaikoilla tulisi arvioida perinteiset ja uudet työturvallisuus- ja työterveysriskit tiedon siirtämiseksi ja työturvallisuus- ja työterveystarpeiden identifioimiseksi. Systemaattinen arviointi tulee suorittaa sekä uusille teknologioille, tuotteille että prosesseille niiden jokaisessa vaiheessa elinkaaren alusta loppuun (Valenti et al. 2016). Esimerkiksi biometanointi jätteenkäsittelyssä altistaa työntekijät sienille, minkä takia lisätutkimusta tarvitaan bioaerosoleista (Mbareche et al. 2018).

Muoviteollisuudessa ja rakennusalalla työntekijät altistuvat monille eri altisteille, joiden vaikutuksiin voivat vaikuttaa muun muassa työntekijän omat elämäntavat. Fucic et al. (2018) ehdottavat henkilökohtaisen biomonitorointijärjestelmän kehittämistä linkitettynä henkilökohtaisiin terveystietoihin, mikä mahdollistaisi tarkat henkilökohtaiset ehkäisevät toimenpiteet. Tätä varten tarvittaisiin tutkimuksia muun muassa hormonitoimintaa häiritsevistä kemikaaleista, estrogeeni- ja testosteronitasoista, lisääntymiskyvyn ongelmista sekä sukupuolikohtaisista riskeistä.

Morarun et al. (2014) mukaan nanomateriaalit aiheuttavat kasvavaa huolta nanoputkien ja asbestikuidun identtisten rakenteiden johdosta. Asbestin vaarallisuuden ja asbestin aiheuttamien työperäisten kuolemien takia saman rakenteen omaavan materiaalin käyttöä on tutkittava tarkemmin. Esimerkiksi NEMP tuotteiden lisääntyminen vaikuttaa potilaiden hoitamiseen ja työntekijöihin terveydenhoitoalalla. Murashovin ja Howardin (2015) mukaan NEMP altistumiselle ja kaikille NEMP:n aiheuttamille riskeille on kriittistä suorittaa riskienarviointi tieteellisesti työntekijöiden turvaamiseksi. Strategioita riskien eliminoimiseksi tai vähentämiseksi tulee kehittää.

Contessa et al. (2016), Gatto et tal. (2016), Kjellstrom et al. (2016), Marchetti et al. (2016), Pogačar et al. (2018), Schulte et al. (2016) ja Vonesch et al. (2017) ehdottavat lisätutkimuksia ilmastonmuutoksen vaikutuksista työturvallisuuteen ja -terveyteen. Esimerkiksi kustannuksia laskettaessa ja vaikutuksia arvioitaessa tulisi ottaa huomioon ihmisen suoritus- ja työkyvyn heikentyminen kuumuudessa (Kjellstrom et al. 2016). Tutkittaessa ilmastonmuutoksen vaikutuksia tuottavuuteen ja työntekijöiden lämpörasitukseen työssä tulisi hyödyntää monitieteellisyyttä, esimerkiksi ilmastotiedettä, lääketiedettä ja epidemiologiaa yhdessä (Marchetti et al. 2016). Ilmastonmuutoksen hyväksymisen tulisi johtaa

työvoiman suojakeinoihin kilpailukyvyn säilyttämiseksi (Pogačar et al. 2018). Äärimmäisten sääolosuhteiden aiheuttamien ydinvoimahätätilanteiden ja ionisoivan säteilyn hätätapausten johdosta tulisi kehittää luokittelu ja suojaavia toimenpiteitä (Contessa et al. 2016). Jotta ilmastonmuutoksen vaikutukset tuholaismyrkkyihin voitaisiin esittää tarkemmin ja tukea sopeutumisstrategioita, tulisi tällä hetkellä käytettäviä skenaarioita tuholaismyrkyille altistumisesta päivittää ja arvioida uudelleen (Gatto et al. 2016). Vonesch et al. (2017) esittävät lisätutkimuksen tarpeen ilmastonmuutoksen pitkäaikaisista vaikutuksista tartuntatauteihin. Schulten et al. (2016) mukaan tarvitaan ylimääräistä seurantaa, tutkimusta ja riskienarviointia, jotta työturvallisuuden ja -terveyden yhteydet ilmastonmuutoksen vaikutuksiin pystytään paremmin luokittelemaan ja ymmärtämään.

Edellä mainittujen jatkotutkimusaiheiden lisäksi PEROSH (Partnership for European Research in Occupational Safety and Health) on erikseen selvittänyt työturvallisuus- ja työterveystutkimuksen tulevaisuutta. Tutkimuksessa nostettiin kymmeneksi tärkeimmäksi tutkimusaiheiksi tulevaisuudessa

1. vanhemmat työntekijät,
2. nanomateriaalit,
3. kehittyvät teknologiset laitteet,
4. kemikaaliset aineet,
5. työolot, organisaatio ja työn sisältö,
6. työkyvyttömät ja kroonisesti sairaat työntekijät (työkyvyttömyyden estäminen ja työhön paluu),
7. työllistämismallien muutos,
8. ICT,
9. biologiset tekijät, ja
10. epätasa-arvo työterveydessä ja haavoittuvaiset työntekijät.

Muita aiheita olivat siirtotyöläiset, vihreät työt, yritysten uudelleenorganisointiprosessit, naiset työssä ja sukupuolinäkökulmat, työturvallisuus- ja työterveysseuraukset tuotteiden vapaalle liikkumiselle, sekä sähkömagneettiset kentät (Gagliardi et al. 2017).

5. Yhteenveto ja johtopäätökset

Yleisimpiä aiheita konferensseissa olivat koneet, laitteet ja teknologia, terveydenhoitoala, ergonomia, organisaatio, johtaminen, työympäristö, ikä ja sukupuoli, kuljetusala ja liikenneturvallisuus, tietotekniikka sekä työturvallisuus yleisesti ottaen. Lähitulevaisuuden työturvallisuus- ja työterveysriskien aiheuttajiksi sekä vertaisarvioiduissa artikkeleissa että raporteissa on tunnistettu muun muassa ilmastonmuutoksen vaikutukset, teknologian ja materiaalien kehitys, robotiikka ja automatisointi, organisatoriset muutokset, sekä ICT. Vihreät työpaikat, tuotanto ja teollisuus sekä terveydenhoitoala olivat eniten käsiteltyjä aloja lähitulevaisuuden haasteisiin liittyen. Kuumuuden aiheuttamat terveyshaitat, psykososiaalinen kuormitus ja työperäinen stressi, automatisoitujen laitteiden aiheuttamat terveyshaitat kuten tuki- ja liikuntaelinvaivat ja tapaturmat, säteily- ja kemikaalialtistukset sekä biologisten tekijöiden aiheuttamat terveyshaitat, ja uusien materiaalien, kuten nanomateriaalien, aiheuttamat työturvallisuus- ja työterveyshaitat ovat lähitulevaisuuden uusia ja nousevia riskejä (Brocal et al. 2018; Kjellstrom et al. 2016; Leso et al. 2018; Moraru et al. 2014; Schulte et al. 2016). Kuva 3 esittelee yleisimmät työturvallisuus- ja työterveysriskit tulevaisuudessa sekä niiden aiheuttajat.

Vaikka teollisuus ja terveydenhoitoala nousivat sekä konferensseissa, artikkeleissa että raporteissa ja muussa materiaalissa esille eniten, mainittiin myös monia muita aloja, jotka kohtaavat uusia haasteita lähitulevaisuudessa. Yksistään ilmastonmuutos vaikuttaa esimerkiksi maatalouteen, teollisuuteen, kalastukseen, metsäteollisuuteen, pk-yrityksiin ja ulkona oleviin työntekijöihin kuten palomiehiin, farmareihin, rakennusalan työntekijöihin ja kaivosalaan (Marchetti et al. 2016). Uusia teknologioita ja materiaaleja käytetään laajasti eri aloilla huolimatta siitä, ettei niiden vaikutuksia työturvallisuuteen ja -terveyteen ole tutkittu (Ellwood et al. 2014a). Lisätutkimusta tarvitaankin sekä uusista teknologioista, materiaaleista, työtavoista että altistumisista eri tekijöille kattavasti eri aloilta.

Ilmastonmuutosta käsittelevät artikkelit keskittyivät pitkälti kuumuuden aiheuttamiin työturvallisuus- ja työterveyshaasteisiin (Kjellstrom et al. 2016; Marchetti et al. 2016; Pogačar et al. 2018). Vaikka kuumuus ei lähiaikoina olisikaan Suomessa ongelma, tulisi tarkastella, miten ilmastonmuutoksen muut vaikutukset, kuten ääriolosuhteet, tulvat, ilmansaasteet, hyönteisten leviäminen ja metsäpalot, tulevat

vaikuttamaan työturvallisuuteen ja -terveyteen Suomessa (Groenemeijer et al. 2016; Ruosteenoja et al. 2016; Schulte et al. 2016). Sitran raportin mukaan ilmastonmuutoksen kustannukset Suomelle ovat miljardiluokkaa (Laine et al. 2018).

5.1 Tutkimuksen rajoitteet

Kaikista konferensseista ei löytynyt toimivia verkkosivuja tai muuta saatavilla olevaa materiaalia. Tiedossa ei myöskään ole, onko rajauksen ulkopuolelle jääneissä muiden alojen konferensseissa käsitelty työturvallisuutta ja -terveyttä. Kirjallisuuskatsauksessa käytettiin tutkimuskirjallisuustietokanta Scopusta. Vaikka Scopus on hyvin kattava, on joitakin lähteitä saattanut jäädä analyysin ulkopuolelle. Myös tutkijan oma tulkinta on voinut vaikuttaa artikkeleiden valintaan ja analysointiin. Raportteja ja muuta materiaalia etsittiin pääosin esimerkiksi EU-OSHA:n ja PEROSH:n sivuilta. Näin ollen joitakin tulevaisuuden työturvallisuutta ja -terveyttä käsitteleviä muita julkaisuja on voinut jäädä huomiotta.

RISKIEN AIHEUTTAJA

TEKNIIKAN JA MATERIAALIEN KEHITTYMINEN
- Altistuminen biologisille ja kemikaalisille tekijöille sekä nanomateriaaleille
- Uutta teknologiaa

ROBOTIIKKA JA AUTOMATISOINTI
- Muutoksia työtapoihin, työprosesseihin ja työn organisointiin
- Fyysisen aktiivisuuden vähentäminen
- Ihmisen ja koneen vuorovaikutushaasteet

ORGANISATORISET MUUTOKSET
- Työn tehostaminen ja intensiivisyyden nouseminen
- Uudet roolit ja uuden oppiminen tiheällä aikavälillä
- Digitaalisten välineiden käyttö

ILMASTONMUUTOS
- Kuumuus
- Ilmansaasteet
- UV-säteily
- Lisääntynyt tuholaismyrkkyjen käyttö
- Äärimmäiset sää-olosuhteet

TYÖTURVALLISUUS- JA TYÖTERVEYSRISKIT

TEKNIIKAN JA MATERIAALIEN KEHITTYMINEN
- Hormonitoiminnan häiriintyminen
- Psykososiaalisen kuormituksen lisääntyminen
- Terveysvaivoja, kuten rasitusvammoja ja tuki- ja liikuntaelinvaivoja
- Uusien materiaalien tai teknologioiden riskit eivät ole täysin tiedossa

ROBOTIIKKA JA AUTOMATISOINTI
- Lisääntynyt psykososiaalinen ja kognitiivinen kuormitus
- Odottamattomia vaaroja ja työtapaturmia koneiden kanssa ja niiden lähellä työskenteleville
- Fyysisen kunnon heikentyminen, tuki- ja liikuntaelinvaivat, sydänongelmat, liikalihavuus, ahdistus

ORGANISATORISET MUUTOKSET
- Psykososiaalisen kuormituksen lisääntyminen
- Mielenterveyden heikkeneminen
- Ergonomisia ongelmia

ILMASTONMUUTOS
- Lämpöhalvaus
- Lisääntynyt tapaturmariski
- Ihon palaminen
- Biologiset sairaudet
- Silmävauriot
- Syöpä
- Myrkkyjen imeytyminen kehoon
- Posttraumaattiset stressioireet
- Tunnistamattomia riskejä

JOHTOPÄÄTÖKSET

TEKNIIKAN JA MATERIAALIEN KEHITTYMINEN
- Altistuminen biologisille ja kemikaalisille tekijöille tarkkailtava
- Uuden teknologian käyttöönotto toteutettava huolella ja suoritettava riskienarviointi

ROBOTIIKKA JA AUTOMATISOINTI
- Kognitiivisen ergonomian huomioiminen
- Koneiden käytön riskienarvioinnit ja mahdolliset tarvittavat turvatoimet
- Työnkierron ylläpitäminen

ORGANISATORISET MUUTOKSET
- Huomio muutosten läpivientiin
- Viestinnän tärkeys
- Kognitiiviseen kuormittumiseen keskittyminen

ILMASTONMUUTOS
- Tulisi selvittää, miten ilmastonmuutoksen vaikutukset, kuten ääriolosuhteet, tulvat, ilmasaasteet, hyönteisten leviäminen ja metsäpalot, tulevat vaikuttamaan Suomessa

Kuva 3. Yleisimmät työturvallisuus- ja työterveysriskit tulevaisuudessa sekä niiden aiheuttajat

Lähteet

Auffret, J.-P., Snowdon, J. L., Stavrou, A., Katz, J. S., Kelley, D., Rahman, R. S., … Warweg, P. (2017). Cybersecurity Leadership: Competencies, Governance, and Technologies for Industrial Control Systems. Journal of Interconnection Networks, 17(1), 1740001. https://doi.org/10.1142/S0219265917400011

Badri, A., Boudreau-Trudel, B., & Souissi, A. S. (2018). Occupational health and safety in the industry 4.0 era: A cause for major concern? Safety Science, 109(June), 403–411. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.06.012

Birtles, M. (2018). The future of the (e)-retail sector from an occupational safety and health point of view - Discussion paper. European Agency for Safety and Health at Work.

Brocal, F., González, C., & Sebastián, M. A. (2018). Technique to identify and characterize new and emerging risks: A new tool for application in manufacturing processes. Safety Science, 109(May), 144–156. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.05.005

Brocal, F., & Sebastián, M. A. (2015). Identification and Analysis of Advanced Manufacturing Processes Susceptible of Generating New and Emerging Occupational Risks. Procedia Engineering, 132, 887–894. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.12.574

Carayon, P. (2009). The Balance Theory and the Work System Model … Twenty Years Later. International Journal of Human-Computer Interaction, 25(5), 313–327.

Ciardini, V., Contessa, G., Falsaperla, R., Gómez-Amo, J., Meloni, D., Monteleone, F., … di Sarra, A. (2016). Global and Mediterranean climate change: a short summary. Annali dell'Istituto Superiore Di Sanita, 52(3), 325–337. https://doi.org/10.4415/ANN_16_03_04

Contessa, G., Grandi, C., Scognamiglio, M., Genovese, E., & Sandri, S. (2016). Climate change and safety at work with ionizing radiations. Annali dell'Istituto Superiore Di Sanita, 52(3), 386–396. https://doi.org/10.4415/ANN_16_03_10

Cresswell, K., Cunningham-Burley, S., & Sheikh, A. (2018). Health care robotics: Qualitative exploration of key challenges and future directions. Journal of Medical Internet Research, 20(7), 1–10. https://doi.org/10.2196/10410

D'Ovidio, M., Annesi-Maesano, I., D'Amato, G., & Cecchi, L. (2016). Climate change and occupational allergies: an overview on biological pollution, exposure and prevention. Annali dell'Istituto Superiore Di SanitaAnnali dell'Istituto Superiore Di Sanita, 52(3), 406–414. https://doi.org/10.4415/ANN_16_03_12

de Jong, T., Bos, E., Pawlowska-Cyprysiak, K., Hildt-Ciupińska, K., Marzena, M., Nicolescu, G., & Trifu, A. (2014). Current and emerging issues in the healthcare sector, including home and community care. European Agency for Safety and Health at Work. Luxembourg: Publications Off ice of the European Union. https://doi.org/10.2802/33318

Diel, R., Loddenkemper, R., & Nienhaus, A. (2016). Consequences of tuberculosis among asylum seekers for health care workers in Germany. Journal of Occupational Medicine and Toxicology, 11(1), 1–8. https://doi.org/10.1186/s12995-016-0093-x

Ellwood, P., Bradbrook, S., Reynolds, J., & Duckworth, M. (2014). Green Jobs, new risks? New and emerging risks to occupational safety and health in the electricity sector - Workshop for European Sectoral Social Dialogue Committee "Electricity." European Agency for Safety and Health at Work. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Ellwood, P., Reynolds, J., & Duckworth, M. (2014). Foresight on new and emerging risks associated with new technologies by 2020 : Workshop for EU Focal Points. European Agency for Safety and Health at Work, Bilbao. https://doi.org/10.2802/92105

Elsevier. (2019). Scopus. Retrieved May 22, 2019, from https://www.elsevier.com/solutions/scopus

EN ISO 6385:2016. (2016). Ergonomics principles in the design of work systems. Technical Committee : ISO/TC 159/SC 1 General ergonomics principles.

EU-OSHA. (2016a). A review on the future of work: Robotics. Discussion Paper. European Agency for Safety and Health at Work. Retrieved from https://osha.europa.eu/en/oshwiki/review-future-work-robotics

EU-OSHA. (2016b). Second European Survey of Enterprises on New and Emerging Risks (ESENER-2). Overview Report: Managing Safety and Health at Work. European Agency for Safety and Health at Work. Luxembourg: Publications Office of the European Union,. https://doi.org/10.2802/648652

EU-OSHA. (2017). 3D printing and additive manufacturing – The implications for OSH. European Agency for Safety and Health at Work.

European Commission. (2014). EU Strategic Framework on Health and Safety at Work 2014-2020. Retrieved from http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0332

Fucic, A., Galea, K. S., Duca, R. C., El Yamani, M., Frery, N., Godderis, L., … Moshammer, H. (2018). Potential health risk of endocrine disruptors in construction sector and plastics industry: A new paradigm in occupational health. International Journal of Environmental Research and Public Health, 15(6). https://doi.org/10.3390/ijerph15061229

Gagliardi, D., Rondinone, B. M., Mirabile, M., Buresti, G., Ellwood, P., Hery, M., … Iavicoli, S. (2017). The perspective of European researchers of national occupational safety and health institutes for contributing to a European research agenda: A modified Delphi study. BMJ Open, 7(6). https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-015336

Gatto, M., Cabella, R., & Gherardi, M. (2016). Climate change: the potential impact on occupational exposure to pesticides. Annali dell'Istituto Superiore Di Sanita, 52(3), 374–385. https://doi.org/10.4415/ANN_16_03_09

Girardi, P., Bressan, V., & Merler, E. (2014). Past trends and future prediction of mesothelioma incidence in an industrialized area of Italy, the Veneto Region. Cancer Epidemiology, 38(5), 496–503. https://doi.org/10.1016/j.canep.2014.08.007

Grandi, C., Borra, M., Militello, A., & Polichetti, A. (2016). Impact of climate change on occupational exposure to solar radiation. Annali dell'Istituto Superiore Di Sanita, 52(3), 343–356. https://doi.org/10.4415/ANN_16_03_06

Groenemeijer, P., Vajda, A., Lehtonen, I., Kämäräinen, M., Venäläinen, A., Gregow, H., … Pucik, T. (2016). Present and future probability of meteorological and hydrological hazards in Europe. RAIN Project - FP 7 Project Reference 608166, (608166), 165.

Harrison, J., & Dawson, L. (2016). Occupational Health: Meeting the Challenges of the Next 20 Years. Safety and Health at Work, 7(2), 143–149. https://doi.org/10.1016/j.shaw.2015.12.004

Héry, M., & Levert, C. (2017). The future of work: The impact of technology on employment and its arduousness [L'avenir du travail: L'impact des technologies sur l'emploi et sa pénibilité]. Futuribles: Analyse et Prospective, 2017–Septe(420), 5–18.

Houtman, I., Douwes, M., Zondervan, E., & Jongen, M. (2016). Monitoring new and emerging risks. OSH Wiki.European Agency for Safety and Health at Work. Retrieved from https://oshwiki.eu/wiki/Monitoring_new_and_emerging_risks

Howard, J., Murashov, V., & Schulte, P. (2017). Synthetic biology and occupational risk. Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 14(3), 224–236. https://doi.org/10.1080/15459624.2016.1237031

Ienca, M., & Vayena, E. (2018). Dual use in the 21st century: emerging risks and global governance. Swiss Medical Weekly, 148(4748), 1–8. https://doi.org/10.4414/smw.2018.14688

Kirin, S., Božić, M., Brzaković, M., & Vučetić, I. (2015). Challenges of future research in the area of industrial safety. Structural Integrity and Life, 15(2), 71–78.

Kjellstrom, T., Briggs, D., Freyberg, C., Lemke, B., Otto, M., & Hyatt, O. (2016). Heat, Human Performance, and Occupational Health: A Key Issue for the Assessment of Global Climate Change Impacts. Annual Review of Public Health, 37(1), 97–112. https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-032315-021740

Kjellstrom, T., Lemke, B., & Otto, M. (2017). Climate conditions, workplace heat and occupational health in South-East Asia in the context of climate change. WHO South-East Asia Journal of Public Health, 6(2), 15–21. https://doi.org/10.4103/2224-3151.213786

Laine, A., Vanhanen, J., Halonen, M., & Sjöblom, H. (2018). Ilmastonmuutoksen aiheuttamat riskit ja kustannukset Suomelle - Valikoituja esimerkkejä. Sitra.

Leso, V., Fontana, L., & Iavicoli, I. (2018). The occupational health and safety dimension of Industry 4.0. La Medicina Del Lavoro, 110(5), 327–338. https://doi.org/10.23749/mdl.v110i5.7282

Lißner, L., Kuhl, K., Kauppinen, T., & Uuksulainen, S. (2014). Exposure to carcinogens and work-related cancer: A review of assessment methods. European Agency for Safety and Health at Work. Luxembourg: Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2802/33336

Marchetti, E., Capone, P., & Freda, D. (2016). Climate change impact on microclimate of work environment related to occupational health and productivity. Annali dell'Istituto Superiore Di Sanita, 52(3), 338–342. https://doi.org/10.4415/ANN_16_03_05

Mbareche, H., Veillette, M., Dubuis, M. È., Bakhiyi, B., Marchand, G., Zayed, J., … Duchaine, C. (2018). Fungal bioaerosols in biomethanization facilities. Journal of the Air and Waste Management Association, 68(11), 1198–1210. https://doi.org/10.1080/10962247.2018.1492472

Mensi, C., De Matteis, S., Dallari, B., Riboldi, L., Bertazzi, P. A., & Consonni, D. (2016). Incidence of mesothelioma in Lombardy, Italy: exposure to asbestos, time patterns and future projections. Occupational and Environmental Medicine, 73(9), 607–613. https://doi.org/10.1136/oemed-2016-103652

Moraru, R. I., Babuţ, G. B., & Popescu Stelea, M. (2014). Approaching occupational safety and health emerging risks categories and prevention. Quality - Access to Success, 15(139), 104–108.

Murashov, V., & Howard, J. (2015). Risks to health care workers from nano-enabled medical products. Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 12(6), D75–D85. https://doi.org/10.1080/15459624.2015.1006641

Pogačar, T., Casanueva, A., Kozjek, K., Ciuha, U., Mekjavić, I. B., Kajfež Bogataj, L., & Črepinšek, Z. (2018). The effect of hot days on occupational heat stress in the manufacturing industry: implications for workers' well-being and productivity. International Journal of Biometeorology, 62(7), 1251–1264. https://doi.org/10.1007/s00484-018-1530-6

Reiman, A., & Väyrynen, S. (2018). Holistic well-being and sustainable organisations – A review and argumentative propositions. International Journal of Sustainable Engineering, In press. https://doi.org/10.1080/19397038.2018.1474397

Rhisiart, M., Fletcher, L., & Cox, A. (2014). Scoping study for a foresight on new and emerging occupational safety and health (OSH) risks and challenges. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities; L 2985; September 2014; 70 pp; TEWE14004ENN. Luxembourg: EU-OSHA (European Agency for Safety and Health at Work). https://doi.org/10.2802/32660

Ruosteenoja, K., Jylhä, K., & Kämäräinen, M. (2016). Climate projections for Finland under the RCP forcing scenarios. Geophysica, 51(1–2), 17–50. https://doi.org/10.1109/LRA.2018.2867237

Schulte, P. A., Bhattacharya, A., Butler, C. R., Chun, H. K., Jacklitsch, B., Jacobs, T., … Wagner, G. R. (2016). Advancing the framework for considering the effects of climate change on worker safety and health. Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 13(11), 847–865. https://doi.org/10.1080/15459624.2016.1179388

Smith, M., & Carayon-Sainfort, P. (1989). A balance theory of job design for stress reduction. International Journal of Industrial Ergonomics, 4(1), 67–69.

Stacey, N., Ellwood, P., Bradbrook, S., Reynolds, J., & Williams, H. (2017). Key trends and drivers of change in information and communication technologies and work location. Foresight on new and emerging risks in OSH. Working report. European Agency for Safety and Health at Work. Luxembourg: Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2802/807562

Stacey, N., Ellwood, P., Bradbrook, S., Reynolds, J., Williams, H., & Lye, D. (2018). Foresight on new and emerging occupational safety and health risks associated with digitalisation by 2025. European Agency for Safety and Health at Work. Luxembourg: Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2802/515834

Valenti, A., Gagliardi, D., Fortuna, G., & Iavicoli, S. (2016). Towards a greener labour market: occupational health and safety implications. Annali dell'Istituto Superiore Di Sanita, 52(3), 415–423. https://doi.org/10.4415/ANN_16_03_13

Vonesch, N., D'Ovidio, M., Melis, P., Remoli, M., Ciufolini, M., & Tomao, P. (2016). Climate change, vector-borne diseases and working population. Annali dell'Istituto Superiore Di Sanita, 52(3), 397–405. https://doi.org/10.4415/ANN_16_03_11

Wandzich, D. E., & Plaza, G. A. (2017). New and Emerging Risks Associated with "green" Workplaces. Workplace Health and Safety, 65(10), 493–500. https://doi.org/10.1177/2165079916674967

Liitteet

Liite 1. Konferenssimateriaalien lähteet

AHFE - International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics 2014, 2015, 2016, 2017, 2018. http://www.ahfe2019.org/books.html

ICOH 2015 - International Congress on Occupational Health. http://www.icohweb.org/site/news-detail.asp?id=107

ICOH 2018 - 32nd Triennial Congress of the International Commission on Occupational Health. http://www.icohweb.org/site/news-detail.asp?id=153

IEA 2018 - 20th Congress International Ergonomics Association. http://iea2018.org/

IHSED2018 - 1st International Conference on Human Systems Engineering and Design. http://www.ihsed.org/program.html

NES 2014 - 46th Annual Nordic Ergonomics Society Conference. http://www.odam2014.org/

NES 2016 - 48th Annual Conference of Nordic Ergonomics and Human Factors Society. http://www.uef.fi/web/nes2016

NES 2017 - 49th Annual Conference of Nordic Ergonomics and Human Factors Society. https://www.lth.se/nes2017/

WDPI 2014 - 3rd WDPI Conference: Implementing Work Disability Prevention Knowledge. http://wdpi2014.iwh.on.ca/

Wellbeing at work conference 2014. http://www.perosh.eu/events/event/third-well-being-conference-at-work-promoting-healthy-and-sustainable-work-lives/

World Conference on Injury Prevention and Safety Promotion 2018. http://www.worldsafety2018.org/

World Congress on Safety and Health at Work 2014. https://www.ilo.org/safework/info/publications/WCMS_301214/lang--en/index.htm

World Conference on Injury Prevention and Safety Promotion 2016. https://thl.fi/en/web/injury-prevention/safety-2016/world-conference

World Congress on Safety and Health at Work 2017. https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/how-the-ilo-works/departments-and-offices/governance/labadmin-osh/events/world-congress/WCMS_571920/lang--en/index.htm

WOS 2015 - 8th International Conference on Working on Safety. http://orbit.dtu.dk/fedora/objects/orbit:142292/datastreams/file_116635946/content

WOS 2017 - 9th International Conference on the Prevention of Accidents at Work. https://www.crcpress.com/Prevention-of-Accidents-at-Work-Proceedings-of-the-9th-International-Conference/Bernatik-Kocurkova-Jorgensen/p/book/9781138037960

TVK

Tapaturmavakuutuskeskus TVK, Itämerenkatu 11-13, 00180 Helsinki