

HeatFit – Kuumatyön riskien hallinta

TYÖN JA TAUKOJEN VUOROTTELUSUOSITUKSET FYYSISESTI
KUORMITTAVAAN TYÖHÖN

Jutta Karkulehto
Pihla Säynäjäkangas
Fanni Moilanen
Teemu Paajanen
Ari-Pekka Rauttola
Juha Oksa
Satu Mänttari

HeatFit - Kuumatyön riskien hallinta

Työn ja taukojen vuorottelusuositukset fyysisesti kuormittavaan työhön

Jutta Karkulehto, Pihla Säynäjäkangas, Fanni Moilanen, Teemu Paajanen, Ari-Pekka Rauttola, Juha Oksa, Satu Mänttari

Työterveyslaitos

PL 40

00251 Helsinki

www.ttl.fi

Toimitus: Jutta Karkulehto

Valokuvat: Jutta Karkulehto

© 2025 Työterveyslaitos ja kirjoittajat

Hanke on toteutettu Työsuojelurahaston tuella.

Tämän teoksen osittainenkin kopiointi on tekijänoikeuslain (404/61, siihen myöhemmin tehtyine muutoksineen) mukaisesti kielletty ilman asianmukaista lupaa.

ISBN 978-952-391-233-5 (PDF)

Tiivistelmä

Kuumassa työskentely on terveysriski, jota ilmastonmuutoksen aiheuttamat pidemmät hellejaksot kasvattavat. Työympäristön korkeaan lämpötilaan liittyvät terveydelliset haitat korostuvat erityisesti fyysisesti raskaissa töissä. Työturvallisuuslain mukaan työnantajan on arvioitava lämpöolojen merkitys työntekijän terveydelle ja turvallisuudelle, mutta lämpöolosuhteille ei ole säädetty sitovia raja-arvoja. Virallisissa suosituksissa lähtökohtana on vain lämpötila, niissä ei ole huomioitu työkuormituksen tasoa tai palautumisen kestoa.

Tämä tutkimus koostui laboratoriotutkimuksesta ja aiemman kyselytutkimuksen (Ilmastonmuutos ja työ) tulosten hyödyntämisestä. Laboratoriomittaukset osoittivat, että syvälämpötila nousi nopeammin raskaassa kuormituksessa verrattuna keskiraskaaseen, ja kuormituksen intensiteetti vaikutti ympäristön lämpötilaa voimakkaammin syvälämpötilan nousuun. Kuuma työympäristö hidasti syvälämpötilan laskua kuormituksen jälkeen, erityisesti kun kuormitus toistettiin. Myös hikoilun määrä ja iholämpötila olivat korkeammalla tasolla kuumassa tehdyn kuormituksen aikana. Kuumassa ympäristössä työskentely lisäsi fysiologista kuormittumista, mikä ilmeni korkeampana syketasona, energiankuluksena, ja koettuna kuormittuneisuutena verrattuna neutraalissa lämpötilassa työskentelyyn. Erityisesti kuumassa kuormitus kumuloitui toistettujen työjaksojen aikana eikä kuormitusjaksojen väliset tautot riittäneet täysimääräiseen palautumiseen, vaikka syvälämpötila laski odotetusti.

Kyselyaineiston analyysin tulokset osoittivat, että työpaikoilla on jo käytössä erilaisia kuumatyövalmiuksia, mutta kuumatyövalmiuksien yleisyys vaihtelee merkittävästi. Kuumatyövalmiuksista raportoiminen oli yleisempää niillä työpaikoilla, joissa kuumatyön riskien on arvioitu olevan suurempia. Osa vastaajista raportoi, että ei tunne kyselyssä selvitettyjä työpaikan kuumatyövalmiuksia. Tunnistetut kuumatyövalmiuksien puutteet ja työntekijöiden tiedonpuutteet viittaavat siihen, että työpaikkojen kuumatyövalmiuksia on edelleen kehitettävä työelämässä.

Tutkimustulosten pohjalta laadittiin työn ja taukojen vuorottelusuositukset fyysisesti raskaaseen työhön kuumassa työympäristössä suomalaisille työpaikoille. Suositukset huomioivat ensimmäistä kertaa sekä ympäristön lämpötilan että työn kuormittavuuden. Suositusten mukaan keskiraskaassa ja raskaassa työssä työskentelyjaksojen pituus on korkeintaan 30–45 minuuttia ja työskentelyn jatkuessa pitempään suositellaan lyhyempiä työjaksoja ja pidempiä taukoja. Hankkeessa tuotettiin myös päivitetty toimenpidesuosituksia lämpökuormituksen haittojen minimoimiseksi.

Abstract

Working in the heat is a health risk that is increased by longer heatwaves caused by climate change. The health hazards associated with high working temperatures are particularly pronounced in physically demanding work. According to the Occupational Safety and Health Act, the employer must assess the significance of thermal conditions for health and safety of the employees, but no binding limit values have been set for thermal conditions at work. Official recommendations are based only on temperature and do not consider the workload or the duration of recovery.

This study consisted of a laboratory study and data research utilizing the results of Climate Change and Work survey. Laboratory measurements showed that core temperature increased more rapidly during heavy exertion, and the intensity of exertion had a stronger impact on the rise of core temperature than the ambient temperature. Hot working environment slowed down the decrease in core temperature after exertion, especially when the exertion was repeated. Sweating and skin temperatures were greater during exertion in hot environment. Working in a hot environment increased physiological strain, which was reflected by higher heart rate, energy expenditure, and perceived exertion compared to working in neutral temperature. In particular, exertion in the heat accumulated during repeated work cycles, and the breaks between exertion were insufficient for complete recovery, even though core temperature decreased as expected.

The results of the data research using the survey data showed that various hot work preparedness measures are already in use at workplaces, but their prevalence varies significantly. Reporting on hot work preparedness is more common at workplaces where the risks associated with hot work are estimated to be higher. Some respondents reported that they were not familiar with the hot work preparedness measures identified in the survey. The identified shortcomings in hot work preparedness and employees' lack of awareness suggest that hot work preparedness at workplaces needs to be further developed in working life.

Based on the study results, recommendations for work-rest cycles in hot working conditions were developed for Finnish workplaces. For the first time, the recommendations consider both the ambient temperature and the intensity of the workload. According to the recommendations, the length of work cycles in moderately heavy and heavy work should be at most 30 to 45 minutes, and if work continues for longer, shorter work cycles and longer breaks are advised. The project also produced updated recommendations for minimizing the adverse effects of heat stress.

Alkusanat ja kiitokset

Ilmastonmuutos tulee väistämättä vaikuttamaan suomalaiseen työelämään hellejaksojen yleistyessä ja pidentyessä. Suomen mittaushistorian kuumimmat kesät ja pisimmät hellejaksot ovat keskittyneet viime vuosikymmenille, joten meillä on jo kokemusta siitä, miten kuumuus aiheuttaa ylimääräistä kuormitusta.

Tarve tämän tyyppiselle tutkimukselle tunnistettiin yli kymmenen vuotta sitten aiempien tutkimushankkeiden kenttämittauksissa. Kun työntekijöiden fyysistä kuormitusta mitattiin, havaittiin erityisesti kesäisin sisätilojen lämpenemistä teollisuudessa ja tuotantotiloissa. Lämpötilojen merkitys tässä kokonaisuudessa jäi kuitenkin vielä pohdinnan asteelle. Työterveyslaitoksella lämpökuormitusta on tutkittu paljon, mutta ennen tätä hanketta lämpö- ja fyysistä kuormitusta ei ole tarkasteltu yhdessä.

Tämän hankkeen tavoitteena oli selvittää kattavin fysiologisin ja kognitiivisin mittauksin, miten fyysisesti kuormittava työ kuumassa ympäristössä vaikuttaa työntekijään. Hankkeessa hyödynnettiin työkuormitusta simuloivaa standardoitua laboratoriotutkimusta ja laajaa työntekijäkyselyaineistoa. Laboratoriotutkimukseen osallistui 14 vapaaehtoista tutkittavaa, joista kukin vietti kuusi päivää mittauksen kohteena. Kiitämme lämpimästi laboratoriotutkimukseen osallistuneita henkilöitä.

Lopuksi tutkijaryhmä kiittää hankkeen rahoittajia; Työsuojelurahastoa, Päällystysalan neuvottelukunta ry:tä, Talonrakennusteollisuus ry:tä ja Suomen elintarviketyöläisten liitto ry:tä tutkimuksen mahdollistamisesta ja hyvästä yhteistyöstä.

Sisällys

Tiivistelmä.....	3
Abstract	4
Alkusanat ja kiitokset	5
Sisällys.....	6
1 Tausta	8
2 Tutkimuksen tavoitteet	11
3 Menetelmät	12
3.1 Laboratoriomittaukset.....	12
3.1.1 Tutkittavat ja tutkimusasetelma.....	12
3.1.2 Olosuhteet.....	14
3.1.3 Syvälämpötila	15
3.1.4 Iholämpötilat	15
3.1.5 Hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormitus	15
3.1.6 Kehonpainon muutos	16
3.1.7 Lihassähköinen aktiivisuus	16
3.1.8 Maksimaalinen lihasvoima	17
3.1.9 Lihasrakenteen muutokset.....	17
3.1.10 Kuormittuneisuus, palautuminen, lämpötuntemus ja -viihtyvyys.....	17
3.1.11 Kognitiivinen suorituskyky.....	18
3.2 Työelämän nykykäytäntöjen selvittäminen	18
3.3 Tilastolliset analyysit.....	22
4 Tulokset.....	23
4.1 Laboratoriomittaukset.....	23
4.1.1 Syvälämpötila	23
4.1.2 Iholämpötilat	27
4.1.3 Hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormitus.....	29

4.1.4	Kehonpainon muutos	34
4.1.5	Lihassähköinen aktiivisuus	35
4.1.6	Maksimaalinen lihasvoima	37
4.1.7	Liharakenteen muutokset.....	38
4.1.8	Kuormittuneisuus, palautuminen, lämpötuntemus ja -viihtyvyys.....	40
4.1.9	Kuormittuneisuuden, sykkeen ja syvälämpötilan väliset korrelaatiot.....	45
4.1.10	Kognitiivinen suorituskky.....	45
4.2	Työelämän nykykäytäntöjen selvittäminen	47
4.2.1	Työpaikan kuumatyövalmiudet.....	47
4.2.2	Valmiudet kuumatyöhön ulkotyössä ja kuumatyön riskitoimialoilla	49
4.2.3	Kuumatyön valmiudet ja yksilölliset tekijät.....	53
5	Tulosten yhteenveto	58
6	Pohdinta.....	61
7	Työn ja taukojen vuorottelusuositukset fyysisesti raskaaseen työhön kuumassa työympäristössä	65
8	Hankkeen viestintä	70
	Lähteet	73
	Liitteet	79

1 Tausta

Vuoden 2024 Euroopan työolotutkimus osoittaa, että yhä useammat EU:n työntekijät, myös Suomessa, altistuvat korkeille lämpötiloille. Korkeille lämpötiloille jatkuvasti tai yli kolme neljäsosaa työajasta altistuvien määrä on pysynyt vakaana. Tämä koskee lähinnä niitä, jotka työskentelevät erittäin kuumissa ympäristöissä, kuten valimoissa tai keittiöissä. Jaksottaisen altistumisen osuus on sen sijaan kasvanut. Vuonna 2024 34 % miehistä ja 18 % naisista raportoi altistuvansa korkeille lämpötiloille vähintään neljänneksen työajastaan. Ala- ja sektorikohtaisessa tarkastelussa maatalouden (68 %), rakennusalan (52 %), teollisuuden (33 %) ja liikenteen (33 %) työntekijät raportoivat keskimääräistä suuremmasta altistumisesta korkeille lämpötiloille. Monet näistä työntekijöistä työskentelevät ulkona (1).

Suomessa kuumatyötä tekee arviolta 60 000 työntekijää (2). Tilapäisesti kuumalle altistuvien määrä on vielä suurempi, jopa 600 000 työntekijää (3). Työympäristön korkeaan lämpötilaan liittyvät terveydelliset ongelmat korostuvat erityisesti fyysisesti raskaissa töissä (4). Sekä sisällä että ulkona tehtävissä töissä lämpörasituksen ja -sairauksien riskiä lisää useiden eri tekijöiden yhteisvaikutus. Näitä tekijöitä ovat korkea työympäristön lämpötila ja kosteusprosentti, fyysisen työn lisäämä lihasten lämmöntuotanto sekä välttämättömän suojavaatetuksen ja suojaimien käyttö.

Suomi sijaitsee subarktisella ilmastovyöhykkeellä, mikä tarkoittaa, että Suomessa elävät ja työskentelevät ihmiset ovat sopeutuneet paremmin kylmiin kuin kuumiin lämpötiloihin. Suomessa kuolleisuus on alhaisimmillaan, kun ulkoilman lämpötila on 14 °C. Lämpimämmässä maissa, kuten Välimeren alueella, vastaava lämpötila on korkeampi, noin 22–25 °C (5). Suomalaiset altistuvat helteen terveyshaitoille alhaisemmissa lämpötiloissa kuin esimerkiksi eteläeurooppalaiset (6, 7). Helleaaltojen vaikutukset työkykyyn lauhkean ilmastovyöhykkeen maissa, joissa väestö on lähtökohtaisesti sopeutunut kylmään ilmaan, voivat olla tulevaisuudessa huomattavia (8). Suomen ilmastossa on arvioitu tapahtuvan vuodenaikaan nähden lämpimien jaksojen, mukaan lukien kesän hellejaksojen, yleistymistä ja pitenemistä (9, 10). Myös suoria ilmastomuutoksen vaikutuksia työhön, työntekijöiden terveyteen ja työkykyyn voidaan olettaa ilmaantuvan.

Ympäristön lämpötila on merkittävä fyysiseen toimintakykyyn ja työstä palautumiseen vaikuttava tekijä. Kuumassa työympäristössä kehon lämmönsäätelyjärjestelmä sekä hengitys- ja verenkiertoelimistö kuormittuvat. Kuuma-altistus lisää verenkiertoelimistön kuormitusta, sillä verenkierron on tehostuttava kuljettamaan enemmän happea lihaksille ja viemään ylimääräistä lämpöä kehon sisäosista iholle, jotta elimistö viilenee (11).

Lihasten liiallinen lämpötilan nousu johtaa voimantuoton laskuun ja nopeampaan väsymiseen sekä dynaamisessa että staattisessa työssä (12, 13). Lämpökuorman lisääntyminen heikentää myös kognitiivista suorituskykyä. Alentunut tarkkaavaisuus, kyky tehdä päätöksiä, ratkaista ongelmia ja ylläpitää tilannetietoisuutta voivat altistaa työtapatu- mille (14, 15). Näitä vaikutuksia voidaan havaita jo tällä hetkellä lämpökuormituksen kas- vaessa monissa työtehtävissä. Helteiden vaikutukset työ- ja toimintakykyyn heijastuvat myös työn tuottavuuteen.

Pitkittyneet hellejaksot vaikuttavat työntekijöiden sairastavuuteen ja voivat aiheuttaa ter- veyshaittoja työntekijöille, jotka eivät voi työtehtävissään välttää kuumuudelle altistu- mista. Kuumuus voi pahentaa perussairauksien oireita tai johtaa lämpösairauksiin, kuten lämpöpyörtymiseen tai -uupumiseen. Rungas hikoilu kuumassa voi ärsyttää ihoa ja altis- taa erilaisille ihomuutoksille ja -sairauksille. Jos ulkotöitä tehdään suorassa auringonpais- teessa eikä ihoa suojata, altistutaan auringon UV-säteilylle ja palovammoille. Läm- mönsietokykyä voivat heikentää jotkut sairaudet ja lääkkeet, kuten sydän- ja verisuoni- sairaudet, keskushermoston ja aineenvaihdunnan sairaudet, kuten diabetes ja kilpirau- hasvaivat sekä laaja-alaiset ihosairaudet ja niiden lääkitys. Aiemmat lämpösairaudet voi- vat myös heikentää lämmönsietokykyä, sillä niiden seurauksena riski sairastua uudelleen kuumuuden aiheuttamaan sairauteen kasvaa. Kuumatyötä ei usein voi tehdä lainkaan, jos henkilöllä on todettu sydäninfarkti, sydämen vajaatoiminta tai vaikea munuaissairaus (2).

Yleistyvien ja pitkittyvien helleaaltojen vaikutuksia terveyteen Suomessa on tutkittu ylei- sellä tasolla vähän. Vielä vähäisempää on vaikutusten arvioiminen suomalaisessa työelä- mäk kontekstissa ja tämä heijastuu myös hellevarautumiseen työpaikoilla. Sosiaali- ja ter- veyksministeriön ilmastonmuutokseen sopeutumisen suunnitelmassa 2021–2030 (16) suositellaan toimenpiteitä tietoisuuden ja osaamisen lisäämiseen työpaikoilla ilmaston- muutoksen terveysvaikutuksista. Suomessa hellevarautuminen työpaikoilla voi vaihdella merkittävästi riippuen toimialasta, organisaation koosta ja työpaikan resursseista. Käy- tännön toteutus voi olla moninaista, mutta yleisesti ottaen hellevarautuminen ei ole yhtä systemaattista kuin esimerkiksi kylmään säähän varautuminen. Ohjeistuksia ja suosituk- sia on saatavilla, mutta niiden käytännön toteutus jää usein työnantajan vastuulle.

Työturvallisuuslain mukaan työnantajan on arvioitava lämpöolojen merkitys työntekijän terveydelle ja turvallisuudelle sekä päätettävä arvioinnin perusteella, miten haitta poiste- taan tai miten sitä vähennetään (17–19). Tässä selvitystyössä työnantajan tulee tarvitta- essa käyttää ulkopuolisen asiantuntijan, esimerkiksi työterveyshuollon apua.

Lämpöolosuhteille ei kuitenkaan ole säädetty sitovia raja-arvoja. Virallisissa suosituksissa lähtökohtana on lämpötila, mutta niissä ei oteta huomioon työkuormituksen tasoa tai palautumisen kestoa (20). Kuumassa työympäristössä ja helleaaltojen aikana työskentelyyn tarvitaan konkreettiset toimenpidesuosituksiset, joiden tulee perustua tutkittuun tietoon.

Tässä hankkeessa yhdistyi standardoitu laboratoriotutkimus ja laajan työntekijäkyselyaineiston analyysi. Laboratoriotutkimuksessa selvitettiin kattavien fysiologisten mittausten ja kognitiivisen testin avulla, miten ympäristön lämpötila ja kuormitusintensiteetti vaikuttivat kuormittuneisuuteen ja suorituskykyyn. Mittaukset toteutettiin vakio-olosuhteissa kolmessa eri lämpötilassa ja kahdella eri kuormitusintensiteetillä. Hankkeessa tuotettujen ja päivitettyjen toimenpidesuosituksien avulla työpaikat voivat varautua kuumien olosuhteiden, mm. hellejaksojen, aiheuttamaan työkuormituksen kasvuun ja siten ehkäistä työkyvyn heikentymistä ja tapaturmia.

Ilmastonmuutos ja työ -kyselyaineiston analyysin perusteella tarkasteltiin niitä työntekijöitä, jotka mahdollisesti altistuvat työssä kuumatyön haitoille, ja vertailtiin, missä määrin näiden työntekijäryhmien työpaikoilla on käytäntöjä, jotka luovat valmiuksia turvallisempaan kuumassa työympäristössä työskentelyyn. Tulosten perusteella luotiin tilannekuvaa valmiuksista työskennellä yleistyvien helteiden aikana työpaikoilla Suomessa. Tulokset auttavat tunnistamaan työpaikat ja työntekijäryhmät, joilla on jo kuumatyövalmiuksia sekä toisaalta ne, joissa valmiudet voivat olla puutteellisia. Puutteiden tunnistaminen auttaa kohdistamaan tietoa etenkin niille työpaikoille, joissa kuumatyövalmiuksien vahvistamista tarvitaan. Tutkimustulosten tavoitteena on lisätä ymmärrystä työpaikoilla lisääntyvän kuumatyön riskeistä ja niihin sopeutumisesta ja niiden hallinnasta.

2 Tutkimuksen tavoitteet

Tämän tutkimuksen tavoitteet olivat:

1. Määrittää, miten kuumassa ympäristössä työskentely vaikuttaa fysiologiseen kuormittumiseen.
2. Arvioida kyselytutkimuksen vastausten perusteella suomalaisten työpaikkojen valmiuksia kuumassa työskentelyyn.
3. Tuottaa tutkimuksen tulosten perusteella suositukset työn tauottamiseen kuumassa työympäristössä.

Tutkimuskysymykset olivat:

1. Kuinka kauan työtä pystytään tekemään 30 ja 40 °C lämpötiloissa ennen kuin kehon syvälämpötila ylittää sallitun rajan? Kuinka kauan kehon syvälämpötilalla kestää palautua?
2. Miten työskentelylämpötila ja -intensiteetti vaikuttavat hengitys- ja verenkiertoelimistön ja lihaksiston kuormittuneisuuteen sekä elimistön lämpökuormitukseen?
3. Millaiset valmiudet suomalaisilla työpaikoilla on kuumassa työskentelyyn työntekijöiden kokemana kyselytutkimuksen perusteella? Miten hyvin työntekijät tuntevat kuumassa työskentelyn käytännöt?

3 Menetelmät

Tutkimus jakaantui kontrolloiduissa laboratorio-olosuhteissa tehtyihin mittauksiin ja Ilmastomuutos ja työ -työntekijäkyselytutkimuksen hyödyntämiseen. Tutkimukselle saatiin Pohjois-Pohjanmaan hyvinvointialueen lääketieteellisen tutkimuseettisen toimikunnan puoltava lausunto (EETTMK 68/2023 §6). Ennen mittausten alkua tutkittavat allekirjoittivat kirjallisen suostumuksen tutkimukseen osallistumisesta.

3.1 Laboratoriomittaukset

3.1.1 Tutkittavat ja tutkimusasetelma

Laboratoriotutkimukseen osallistui 14 vapaaehtoista ja tervettä tutkittavaa (taulukko 1). Ennen tutkimusta varmistettiin, ettei heillä ollut lämmönsietokykyyn vaikuttavia sairauksia tai lääkityksiä. Tutkittavat eivät tehneet työkseen kuumatyötä.

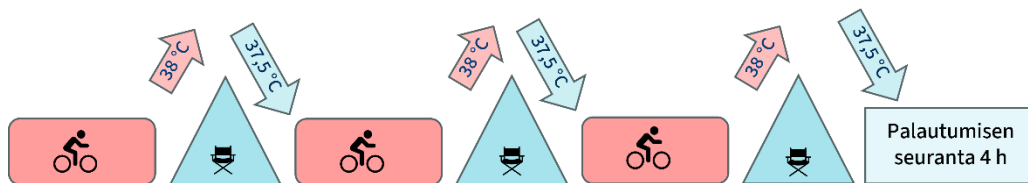
Taulukko 1. Tutkimuksen laboratorio-osioon osallistuneiden tutkittavien ikä, pituus, paino, painoindeksi (BMI) ja mitattu maksimaalinen hapenottokyky (VO_2max).

	N	IKÄ (V)	PITUUS (CM)	PAINO (KG)	BMI (KG/M ²)	VO ₂ MAX (ML/KG/MIN)
Kaikki	14	29,4 ± 7,1	172 ± 0,1	69,7 ± 10,3	23,5 ± 2,3	44,8 ± 9,6
Naiset	8	26,0 ± 4,4	166 ± 9,2	65,4 ± 7,7	23,6 ± 2,2	39,8 ± 7,5
Miehet	6	33,8 ± 7,7	180 ± 8,7	75,5 ± 11,1	23,4 ± 2,5	51,4 ± 8,3

Maksimaalinen hapenottokyky mitattiin nousujohteisella polkupyöräergometritestillä 1 minuutin kuormaportailla. Lähtöteho oli 30 W ja polkemistehoa nostettiin minuutin välein 15 wattia uupumukseen asti. Jokaisen kuormaportaan lopusta mitattiin syke, RPE ja hapenkulutus. Sykettä mitattiin Polar H10 -sykesensorilla ja Polar Vantage M3 -urheilukellolla (Polar Electro, Suomi). Hengityskaasuja mitattiin Schiller CS-200 -hengityskaasuanalysointorilla (Schiller, Sveitsi). Maksimaalinen hapenottokyky laskettiin korkeimpana 30 sekunnin keskiarvona. Testin keskimääräinen kesto oli 16 ± 5 minuuttia ja loputeho 246 ± 69 W.

Kuormitusmittauksen kulku on kuvattu kuvassa 1. Laboratoriomittauksissa tutkittavat polkivat 20, 30 ja 40 °C lämpötilassa polkupyöräergometrillä (kuva 2) keskiraskaalla (KR, 33 % maksimaalisesta hapenottokyvystä) ja raskaalla työkuormalla (R, 50 % maksimaalisesta hapenottokyvystä). Työtä jatkettiin, kunnes tutkittavan syvälämpötila nousi yli 38

°C tai kunnes lämpötilan nousua ei enää tapahtunut. Kuormituksen jälkeen tutkittava palautui istuen 20 °C lämpötilassa, kunnes syvälämpötila laski alle 37,5 °C. Aika, joka kului syvälämpötilan saavuttamiseen 38 °C sekä sen palautumiseen alle 37,5 °C, tallennettiin. Tutkittavat saivat juoda kuormituksen aikana huoneenlämpöistä pullotettua vettä rajoituksetta. Kuormitus toistettiin kolme kertaa, minkä jälkeen palautumista seurattiin 30 min jaksoissa neljän tunnin ajan.



Kuva 1. Kuormitusmittauksen kulku.

Ennen tutkimusmittauksia jokaiselle tutkittavalle tehtiin maksimaalisen hapenottoyvyn testi, jonka tulosten perusteella määritettiin henkilökohtaiset kuormitusintensiteetit kuormitusmittauksiin. Kansainvälisen työjärjestön suositusten (21) mukaan hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormittuneisuus yhtäjaksoisessa työssä ei saisi ylittää 33 % ja tauotetussa työssä 50 % maksimaalisesta hapenottoyvystä. Keskiraskas kuorma määritettiin näiden suositusten perusteella tehoksi, joka vastasi 33 % maksimaalisesta hapenottoyvystä, ja raskas työkuormalla tehoksi, joka vastasi 50 % maksimaalisesta hapenottoyvystä. Kuormituksen aikaisen syvälämpötilan ylärajaksi valittiin 38 °C, joka on kanadalaisien ohjeistuksen mukainen työn aikainen syvälämpötilan yläraja (22). Tauon päättymisen määrittelevä 37,5 °C on ylin normaaliksi luokiteltava syvälämpötila (23).



Kuva 2. Kuormitusmittaus laboratorion olosuhdekammiossa.

3.1.2 Olosuhteet

Laboratoriomittaukset suoritettiin Työterveyslaitoksen Oulun toimipisteessä sijaitsevassa kuormituslaboratoriossa, jonka olosuhdekammiossa on vakioidut ja stabiilit olosuhteet lämpötilan ja ilmankosteuden (~35 %) suhteen. Korkea ilmankosteus ja säteilylämpö lisäävät lämpökuormitusta, joten ne rajattiin pois tämän tutkimuksen lämpöolosuhteista. Tutkittavat pukeutuivat aina samaan verryttelyasuun, jotta vaatetuksen vaikutus lämpökuormitukseen voitiin vakioida eri kuormitusolosuhteissa. Kuormitusten välisen tauon

tutkittavat viettivät 20 °C lämpötilassa ja neljän tunnin palautumisjakson 23 °C lämpötilassa.

3.1.3 Syvälämpötila

Tutkittavien syvälämpötilaa mitattiin nieltävällä kapselilla (BodyCAP, BodyCAP Medical, Ranska). Tutkittavat nielivät kapselin mittausta edeltävänä iltana. Kapseli mittasi syvälämpötilaa 15 sekunnin välein.

3.1.4 Iholämpötilat

Kuormitustestin aikana tutkittavilta mitattiin iholämpötilaa jatkuvasti taajuudella 1/60 Hz (YSI 400 anturit, YSI, USA ja Smart Reader plus 8 datan keräysyksikkö, ACR Systems Inc, Kanada). Lämpötila-anturit kiinnitettiin kehon vasemmalle puolelle otsaan, rintalihaksen päälle, olka- ja kyynärvarteen sekä reisi- ja pohjelihaksen päälle. Keskimääräinen iholämpötila (T_{sk}) laskettiin pinta-alalla painotettujen kertoimien avulla seuraavan kaavan mukaan:

$$T_{sk} = (0,07 \cdot \text{otsa}) + (0,35 \cdot \text{rinta}) + (0,07 \cdot \text{olka}) + (0,12 \cdot \text{kyynär}) + (0,19 \cdot \text{reisi}) + (0,2 \cdot \text{pohje})$$

3.1.5 Hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormitus

Syketaajuutta mitattiin kuormituksen ja palautumisen aikana Firstbeat Bodyguard3-mittalaitteella (Firstbeat Technologies, Suomi). Mittaustulokset analysoitiin Kubios HRV Scientific 4.1.2-ohjelmistolla (Kubios Oy, Suomi). Kuormituksen ajalta arvioitiin laskennallisesti sykkeen perusteella myös metabolista ekvivalenttia (MET) eli aineenvaihdunnan kerrannaista, mikä kuvaa hapenkulutusta liikuntasuorituksen aikana. Syketaajuus ja MET laskettiin jokaiselle kolmelle kuormitukselle kuormitusjakson keskiarvona ja kuormitusten välissä oleville kahdelle palautumisjaksolle koko palautumisjakson keskiarvona.

Levossa sykettä mitattiin ennen kuormitusta sekä 0, 30, 60 ja 90 minuuttia kuormituksen päätyttyä jälkeen. Mittaukset levossa suoritettiin viiden minuutin lepojaksen aikana, jolloin tutkittava makasi selällään liikkumatta ja puhumatta. Levossa mitattu arvo määritettiin tämän viiden minuutin jakson keskiarvona.

3.1.6 Kehonpainon muutos

Tutkittavat punnittiin aamulla ennen mittausten aloittamista ja iltapäivällä niiden päätyttyä alusvaatteissa sekä ennen kuormitusta ja sen jälkeen mittalaitteiden kanssa. Kaikki tutkittavien kuormitus- ja palautumisjaksojen aikana nauttima neste ja kiinteä ravinto punnittiin 0,1 gramman tarkkuudella. Tutkittavat punnittiin myös ennen WC-käyntejä ja niiden jälkeen. Kehonpainon muutos kuormituksen seurauksena (ts. hikoilun määrä) laskettiin vähentämällä kuormituksen jälkeen mitatusta painosta ennen kuormitusta mitattu kehonpaino. Kehonpainon muutoksesta vähennettiin nautittujen nesteiden ja kiinteän ravinnon paino sekä lisättiin WC-käyntien aiheuttama painon muutos, jotta kehonpainon muutos kuvasti nimenomaan kuormituksen aiheuttamaa painon muutosta eli hikoilun määrää. Kehonpainon muutos koko mittauksen seurauksena laskettiin samalla tavalla vähentämällä iltapäivällä alusvaatteissa mitatusta painosta aamulla alusvaatteissa mitattu paino.

3.1.7 Lihassähköinen aktiivisuus

Lihassähköistä aktiivisuutta (elektromyografia, EMG) mitattiin ME6000-laitteella (Bittium Oy, Suomi) oikean alaraajan neljästä lihaksesta. Tutkitut lihakset olivat:

1. etureisi, nelipäinen reisilihas, *m. quadriceps femoris*
2. sääri, etumainen sääri-lihas, *m. tibialis anterior*
3. takareisi, kaksipäinen reisilihas, *m. biceps femoris*
4. pohje, kaksoiskantalihas, *m. gastrocnemius*

Mittaus suoritettiin laittamalla tutkittavan lihaksen päälle (lihasrunkoon) kaksi mittaavaa bipolaarista pintaelektrodiä ja yksi nk. maaelektrodi (BlueSensor M-00-S, Ambu, Tanska). EMG-laitteen näytteenottotaajuus oli 1000 Hz, kaistanleveys 40–500 Hz ja vahvistus x2000. EMG-mittaukset tallennettiin ja analysoitiin MegaWin-ohjelmalla (MegaElectronics, Suomi). EMG-mittausdatasta poistettiin outlier-arvot ($2 \cdot$ keskihajonta \pm keskiarvo).

Työn aikana mitattu lihasaktiivisuus suhteutettiin ennen työtä mitattuun maksimaaliseen lihasaktiivisuuteen, jolloin työn aikainen lihaksiston kuormittuneisuuden taso voitiin määrittää. Maksimaalinen lihasaktiivisuus mitattiin maksimaalisen isometrisen supistuksen aikana, jotka tehtiin liikkumatonta vastusta vasten seuraavasti:

- Jalkadynamometrissa istuvassa asennossa polven maksimaalinen ojennus 120° polvikulmalla (etureisi)

- Samassa asennossa ja kulmassa polven koukistus (takareisi)
- Seisovassa asennossa jalkaterän maksimaalinen ylöspäin nosto (säärilihas)
- Seisten maksimaalinen päkiöille nousu (pohjelihäs)

Työn aikana mitattu lihasaktiivisuus laskettiin prosentteina maksimaalisesta lihasaktiivisuudesta (%MEMG). EMG-mittauksista analysoitiin myös "work load" -muuttuja, joka ilmaisee, miten mitattu kokonaisaktiivisuus jakautuu prosentuaalisesti neljän mitatun lihaksen kesken. Sen avulla tarkasteltiin, muuttuiko lihasten keskinäinen aktiivisuuden jakautuminen eri kuormitustilanteissa.

3.1.8 Maksimaalinen lihasvoima

Maksimaalista polven ojennusvoimaa mitattiin ennen ja jälkeen kuormituksen sekä 30 ja 60 minuutin palautumisen jälkeen. Maksimaalinen polven ojennusvoima mitattiin istuen voimadynamometrillä (HUR Oy, Suomi), polvinivel noin 90° kulmassa. Tutkittavia ohjeistettiin tekemään muutaman sekunnin maksimaalinen supistus vastusta vasten, jonka ajalta voimantuoton huippulukema kirjattiin ylös.

3.1.9 Liharakenteen muutokset

Liharakennetta tutkittiin ultraäänilaitteella (Alpinion Minisono, LifeMed Oy, Suomi). Ultraäänilaitteella otettiin pitkittäiskuvat neljästä lihaksesta: etureisi (suora reisilihas, *m. rectus femoris*), sääri (etumainen säärilihas, *m. tibialis anterior*), takareisi (kaksipäinen reisilihas, *m. biceps femoris*) ja pohje (kaksoiskantalihas, *m. gastrocnemius*). Kuvista analysoitiin (MicrDicom DICOM Viewer, MicroDicom Ltd, Bulgaria) lihaksen pennaatiokulma eli lihasolun ja lihaksen akselin välinen kulma eli kiinnityskulma jänteeseen/aponeuroosiin. Tyyppillisesti lihasväsymys aiheuttaa pennaatiokulman kasvua. Ultraäänikuvantaminen tehtiin ennen ja jälkeen kuormituksen sekä palautumisjaksolla 30 minuutin välein.

3.1.10 Kuormittuneisuus, palautuminen, lämpötuntemus ja -viihtyvyys

Tutkittavilta kysyttiin koettua kuormittuneisuutta RPE-asteikolla (Rating of Perceived Exertion) (24) viiden minuutin välein kuormituksen aikana sekä kuormituksen päättyessä. Tutkittavia pyydettiin arvioimaan koko kehon kuormittuneisuutta asteikolla 6 = ei rasitusta – 20 = maksimaalinen rasitus. Lämpötuntemusta ja -viihtyvyyttä (ISO 10551) (25) kysyttiin kuormituksen alkaessa ja päättyessä sekä tauon päättyessä ja palautumisjaksolla 30 minuutin välein. Lämpötuntemusta arvioitiin 8-portaisella asteikolla 4 = hyvin kuuma

– 3 = kylmä sekä lämpöiihtyvyyttä 5-portaisella asteikolla 1 = miellyttävä – 5 = sietämätön. Tutkittavat arvoivat omaa palautumistaan VAS-janalla (Visual Analog Scale) aina tauon päättyessä sekä palautumisjaksolla 30 minuutin välein. Tutkittavilta kysyttiin ”Kuinka palautunut tunnet olevasi?” ja tutkittavat vastasivat kysymykseen asteikolla 0 = äärimmäisen rasittunut – 10 = täysin palautunut. Käytetyt arviointiasteikot on kuvattu tarkemmin liitteissä 1–3.

3.1.11 Kognitiivinen suorituskyky

Lämpötilan ja kuormituksen vaikutusta kognitiiviseen suoriutumiseen tutkittiin Työterveyslaitoksessa kehitetyllä Flexible Attention Test (FAT) -patteristolla (26). FAT on noin 10 minuuttia kestävä kahdeksasta osatehtävästä koostuva testisarja, jonka avulla voidaan arvioida mm. visumotoriikan sekä tarkkaavuuden suuntaamisen ja jakamisen nopeutta ja työmuistia (taulukko 2). Testi tehtiin ennen ja jälkeen kuormituksen. Kuormituksen jälkeinen mittaus tehtiin noin 10 minuutin kuluttua viimeisen kuormitusjakson päättymisestä. Tämä ajankohta kuvaa kognitiivista tilannetta akuutin kuormituksesta palautumisen jälkeen.

Taulukko 2. Flexible Attention Test (FAT) sisältö ja tarkastellut muuttujat.

	KOGNITIIVINEN OSA-ALUE	TARKASTELTAVAT MUUTTUJAT
FAT-R	Visumotorinen nopeus	Tehtävään kulunut aika (ms), virheet
FAT-N	Tarkkaavuuden suuntaaminen	Tehtävään kulunut aika (ms), virheet
FAT-NL	Tarkkaavuuden jakaminen	Tehtävään kulunut aika (ms), virheet
FAT-NS	Tarkkaavuuden jakaminen	Tehtävään kulunut aika (ms), virheet
FAT-NMF	Tarkkaavuuden jakaminen	Tehtävään kulunut aika (ms), virheet
FAT-NMB	Työmuisti ja tarkkaavuuden jakaminen	Tehtävään kulunut aika (ms), virheet
FAT-MF	Visuaalinen työmuisti	Eteenpäin oikein muistettujen sarjojen lukumäärä, virheet
FAT-MB	Visuaalinen työmuisti	Taaksepäin oikein muistettujen sarjojen lukumäärä, virheet

3.2 Työelämän nykykäytäntöjen selvittäminen

Työterveyslaitoksella keväällä 2022 kerätyn Ilmastomuutos ja työ -työntekijäkyselyn (n=1917) avulla selvitettiin työpaikkojen kuumassa työskentelyn valmiuksien nykytilaa Suomessa. Ilmastomuutos ja työ -kyselytutkimus toteutettiin yhteistyössä Tilastokeskuksen kanssa (27). Otoksen muodostamisessa painotettiin vastaajan sukupuolta, ikää ja

maantieteellistä asuinpaikkaa. Aineisto on edustava otos palkansaajista Suomessa, joten tuloksista voidaan tehdä yleistyksiä sen suhteen, miten kuumassa työskentelyn haittoihin oli reagoitu eri työpaikoilla vuonna 2022 ja kuinka hyvin työntekijät tunsivat kuumassa työskentelyn käytännöt. Taulukossa 3 on kuvattu kyselyn vastaajien taustatiedot.

Taulukko 3. Ilmastonmuutos ja työ -työntekijäkyselyn (n=1917) vastausosuudet vastaajan sukupuolen, koulutustason ja ikäryhmän mukaan.

TAUSTAMUUTTUJA	VASTAUSVAIHTOEHDOT	OSUUS VASTAAJISTA
Sukupuoli	Nainen	51,3 %
	Mies	47,0 %
	Muu tai tuntematon	1,8 %
Koulutustaso	Ammatillinen tutkinto, opistotason tutkinto tai alempi	45,1 %
	Korkeakoulututkinto	54,9 %
Ikäryhmä	20–39 vuotta	38,9 %
	40–54 vuotta	35,4 %
	55–68 vuotta	25,7 %

Kyselylomakkeessa tiedusteltiin erilaisista työpaikan käytännöistä, joilla voidaan vähentää tai estää kuumissa olosuhteissa työskentelyn haittoja (esimerkiksi mahdollisuus tauottaa työtä kuumassa työskenneltäessä). Käytäntöihin viitataan tässä raportissa käsitteellä ”työpaikan kuumatyövalmiudet”. Tieto työpaikkojen kuumatyövalmiuksista ja niiden yleisyydestä luo tilannekuvaa siitä, miten työpaikoilla tunnistetaan tällä hetkellä kuumassa työskentelyn riskit ja millaisia käytäntöjä työpaikoilla on olemassa kuumatyön haittojen minimoimiseksi tai estämiseksi.

Työpaikan kuumatyövalmiuksia tarkasteltiin sekä työpaikan että työntekijän piirteitä kuvaavien taustamuuttujien avulla. Kuumatyön haitat ovat yleisempiä tietyissä työtehtävissä. Työn piirteiden tarkasteluun valittiin Ilmastonmuutos ja työ -kyselyaineistosta kaksi muuttujaa, jotka kuvaavat vastaajan työn toimialaa ja ulkona työskentelyä. Taustamuuttujien avulla voitiin tarkastella niitä työpaikkoja, joissa työntekijät todennäköisemmin altistuvat työssään kuumalle, ja missä määrin kyseisten työpaikkojen kuumatyövalmiuksissa on eroja.

Ulkona työskentely ja työ tietyllä toimialalla (kuten rakentamisen ja maa- ja metsätalouden aloilla) on yhteydessä kuumassa työskentelyn yleisyyteen ja sitä seuraaviin haittoihin (28, 29). Kuitenkin kuumatyön haittojen on arvioitu yleistyvän ilmastonmuutoksen seurauksena yhä useammalla alalla (28). Yksi tällainen toimiala on esimerkiksi sosiaali- ja

terveysala (30). Sairaaloiden ja muiden terveydenhuollon yksiköiden sisätilat kuumenevat helteillä ja Suomessa hoitajien taukotiloissa jäädytyksessä on todettu olevan puutteita (31). Vain harvassa sairaalassa on ohjeita työntekijöille kuumatyön haittojen estämiseen (30). On siis olennaista tarkastella työpaikkojen valmiuksia kuumassa työskentelyyn myös niillä toimialoilla, missä kuumassa työskentelyä on vasta vähemmän tutkittu, mutta missä sen arvioidaan lisääntyvän ilmastonmuutoksen seurauksena.

Kyselyn toimialamuuttuja luokiteltiin uudelleen sen perusteella missä määrin aiemmassa tutkimuksessa ilmastonmuutoksen seurauksena lisääntyvän kuumatyön on arvioitu koskevan kyseisestä toimialaa. Aiemman tutkimuksen pohjalta muodostettu uusi helletyön riskitoimialamuuttuja koostuu kolmesta kategoriasta: "Tunnistettuja kuumatyön riskejä", "Mahdollisia kuumatyön riskejä" ja "Ei perinteisesti tunnistettuja kuumatyön riskejä". Ryhmä "Tunnistettuja kuumatyön riskejä" koostuu maa- ja metsätalousalan ja rakentamisen toimialan vastaajista (n=140). Ryhmän "Mahdollisia kuumatyön riskejä" muodostavat teollisuuden, energia- ja LVI-alan, sosiaali- ja terveysalan, majoitus-, matkailu-, ja ravitsemisalan, kuljettamisen ja liikenteen, ja yksityishenkilöiden ja kotitalouksien palveluksen parissa työskentelevät vastaajat (n=929). Ryhmän "Ei perinteisesti tunnistettuja kuumatyön riskejä" muodostavat vastaajat, jotka ilmoittivat työskentelevänsä kiinteistöjen ja moottoriajoneuvojen huollon, tietotekniikan tai -liikenteen, kaupan, koulutus- ja tutkimustoiminnan, liike-elämän palveluiden, rahoituksen ja vakuutuksen, kulttuurin, viihteen ja taiteen, julkisen hallinnon, tai muiden toimialojen parissa (n=840).

Vastaajien jakautuminen edellä mainittuihin ryhmiin on kuvattu taulukossa 4. Vastaajista noin joka kolmas ilmoitti tekevänsä ulkotyötä ainakin osan työajastaan. Reilu seitsemän prosenttia vastaajista työskenteli toimialalla, jossa kuumatyön haitat työntekijöille ovat laajalti tunnettuja (maa- ja metsätalous ja rakentaminen). Vajaa puolet vastaajista työskenteli toimialoilla, joissa kuumatyön riskit ovat mahdollisia. Suuri osa vastaajista (66 %) koki kuuman työympäristön heikentävän työtehoa. Vastaajien subjektiiviset arviot viittaavat siihen, että kuumassa työympäristössä työskentelyllä on negatiiviseksi koettuja vaikutuksia työntekijälle.

Taulukko 4. Kyselyyn vastanneiden jakautuminen analysoinnissa käytettyihin taustamuuttujaryhmiin.

TAUSTAMUUTTUJA	VASTAUSVAIHTOEHTO	OSUUS VASTAAJISTA
Kuumatyön arvioidut riskit toimialalla	Tunnistettuja kuumatyön riskejä	7,4 %
	Mahdollisia kuumatyön riskejä	48,6 %
	Ei perinteisesti tunnistettuja kuumatyön riskejä	44,0 %
Ulkotyötä osa vuodesta	Kyllä	30,7 %
	Ei	69,3 %
Kokee kuumatyön heikentävän työtehoa	Kyllä	65,9 %
	Ei	12,6 %
	En osaa sanoa	5,6 %
	Ei oleellinen työni kannalta	15,8 %

Vaikka tietyt toimialat kategorisoitiin luokkaan ”Ei perinteisesti tunnistettuja kuumatyön riskejä”, on mahdollista, että myös näiden toimialojen työtehtävissä kuumassa työskentelyn haitat tulevat lisääntymään. Ilmastonmuutoksen seurauksena yleistyvän kuumatyön haitoista ei kuitenkaan raportin kirjoittamisen aikana löytynyt tutkimusta tai muita julkaisuja kyseisiltä aloilta. Tutkimuksen puute ei kuitenkaan tarkoita, että kuumatyön haittoja ei voitaisi kokea myös kyseisten toimialojen työpaikoilla.

Työolosuhteiden lisäksi yksilölliset piirteet voivat lisätä haavoittuvuutta kuumatyön haittoille. Yksilötekijät, kuten ikä ja koulutustaso, ovat yhteydessä työkuormitukseen ja sen haittoihin (29). Korkea ikä on yhteydessä ääriämpötilojen haittoihin (32), minkä seurauksena vanhemmat työntekijät voivat olla haavoittuvasempia helteiden terveyshaittoille. Matalampi koulutustaso on yhteydessä työn fyysiseen kuormitukseen (33), minkä seurauksena kuumatyön haitat sekä tarve hillitä ja estää niitä voivat olla tarpeellisia etenkin niissä työtehtävissä, joissa työskentelee useammin matalammin koulutettuja työntekijöitä. Iän ja koulutustason lisäksi tarkasteltiin vastaajan kokemusta siitä, kokeeko hän kuumassa työskentelyn heikentävän työtehoa. Kuumatyövalmiudet ovat olennaisia etenkin niiden työntekijöiden keskuudessa, jotka kokevat kuumatyön haitallisena. Ikä- ja koulutusryhmien eroja kuumatyövalmiuksissa tarkasteltiin niiden vastaajien osalta, jotka ilmoittivat kokevansa kuumassa työskentelyn haitallisena (n=1263).

On tärkeää huomioida, että kuumatyölle altistuvien tunnistaminen kyselyaineiston avulla tässä tutkimuksessa on suuntaa antavaa, sillä kuumassa työskentelyn kokemukseen ja haittoihin vaikuttavat myös tekijät, joita kyselylomakkeessa ei tiedusteltu. Kyselylomakkeessa ei kysytty esimerkiksi työn fyysisestä kuormituksesta, työympäristön lämpötilasta

tai ilmastoinnista, mitkä voivat lisätä kuumatyön aiheuttamaa kuormitusta ja terveyshaittoja. Lisäksi yksilöllisistä tekijöistä kyselyssä ei tiedusteltu esimerkiksi vastaajan terveydentilasta. Analyysiin valittiin ne muuttujat, jotka löytyivät kyselyaineistosta ja jotka aieman tutkimuksen mukaan ovat yhteydessä kuumatyön yleisyyteen tai sen haittoihin.

3.3 Tilastolliset analyysit

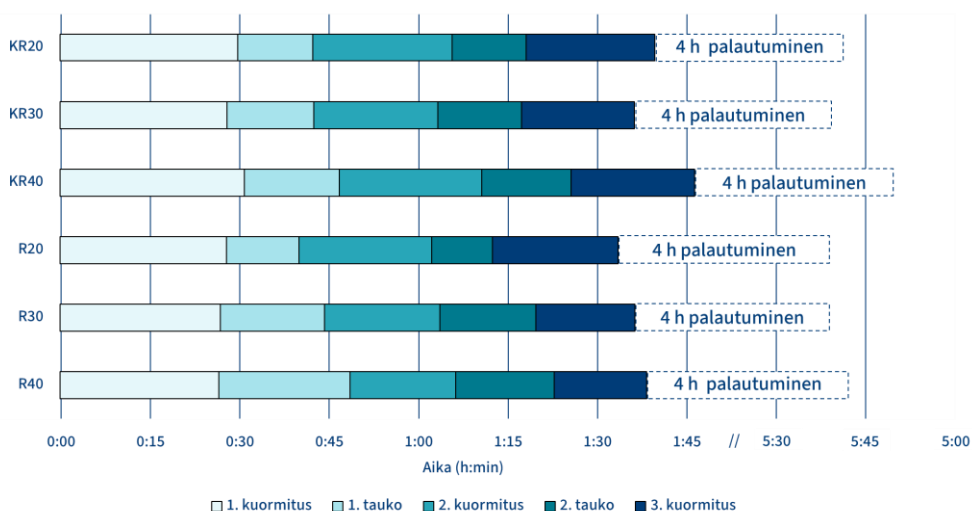
Tilastolliset analyysit tehtiin Statistical Package for the Social Sciences -ohjelmalla (SPSS, versio 30.0.0, IBM, Yhdysvallat). Muuttujien normaalijakautuneisuus testattiin Shapiro-Wilk-testillä. Ennen työtä ja työn jälkeen mitattujen muuttujien muutosta tarkasteltiin parittaisten otosten t-testillä. Eri olosuhteiden aiheuttamia muutoksia ja olosuhteiden välisiä eroja tarkasteltiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä ja Bonferronin jälkitestillä. Palautumissykkeen ja ojennusvoiman muutoksia aikapisteiden välillä tarkasteltiin toistomittausten varianssianalyysillä. Pennaatiikulman palautumista ajan suhteen tarkasteltiin toistomittausten kovarianssianalyysillä (ANCOVA), jossa kovariaattina oli lähtötason arvo. RPE:n, sykkeen ja syvälämpötilan välisiä yhteyksiä tarkasteltiin Pearsonin korrelaatiokerrotoimella. Kognitiivisten testimuuttujien osalta ennen ja jälkeen lämpökuormitusten välisen muutosten merkitsevyyttä arvioitiin tilastollisesti ei-parametrisella riippuvien otosten testillä (Wilcoxon Signed Rank -testi). Tulokset katsottiin tilastollisesti merkitseväksi, kun $p < 0,05$.

Ilmastonmuutos ja työ -kyselyaineiston analysoinnissa käytettiin ristiintaulukointia. Aineiston tilastoanalyysissä käytettiin RStudio-ohjelmaa (versio 2023.12.1). Ristiintaulukoinnin avulla voitiin tutkia kuumatyövalmiuksien eroja taustamuuttujien avulla eri työpaikkojen ja työntekijäryhmien keskuudessa. Khiin neliö -testiä käytettiin muuttujien välisten tilastollisesti merkitsevien erojen testaamiseen, jossa tulokset katsottiin tilastollisesti merkitseväksi, kun $p < 0,05$. Aineiston analyyseistä poistettiin vastaajat, joilla oli puuttuvia tietoja. Tulosten analysoinnissa käytettiin painokertoimia.

4 Tulokset

4.1 Laboratoriomittaukset

Tutkimuksessa tarkasteltiin keskiraskaan ja raskaan kuormituksen fysiologisia ja kognitiivisia vaikutuksia kolmessa eri lämpötilassa (20, 30 ja 40 °C). Kuormituksen intensiteetti määritettiin kullekin osallistujalle yksilöllisesti maksimaalisen hapenottokyvyn testin perusteella (33 ja 50 % maksimaalisesta hapenottokyvystä). Keskimääräinen mittausten kesto eri kuormitusintensiteeteillä ja lämpötiloissa on esitetty kuvassa 3. Kuormitusjaksojen ja niiden välisten taukojen kesto kaikissa mittauksissa oli yhteensä keskimäärin 1 tunti 38 minuuttia ja koko mittauspäivän kesto (kuormitukset ja neljän tunnin palautumisjakso) oli keskimäärin 5 tuntia 42 minuuttia (keskihajonta molemmissa 24 minuuttia).



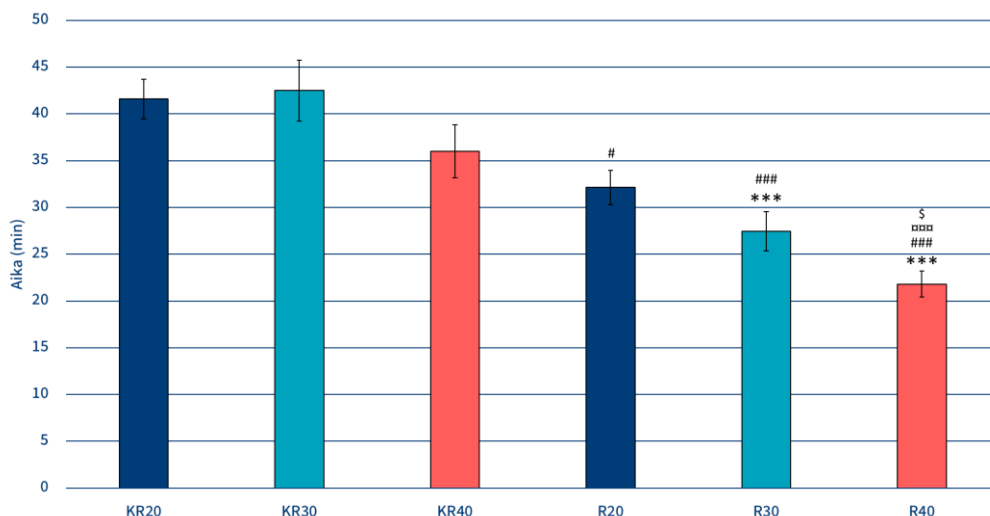
Kuva 3. Keskimääräinen mittausten kesto keskiraskaalla (KR) ja raskaalla (R) kuormalla kolmessa eri lämpötilassa (20, 30 ja 40 °C).

4.1.1 Syvälämpötila

Tutkittavien syvälämpötilaa mitattiin nieltävällä kapselilla. Syvälämpötilan ylärajan (38 °C) saavuttamiseen sekä syvälämpötilan palautumiseen alle 37,5 °C kulunut aika tallennettiin. Mikäli syvälämpötila ei kuormituksen aikana saavuttanut 38 °C rajaa, jatkettiin kuormitusta viisi minuuttia syvälämpötilan nousun tasaantumisen jälkeen. Myöskään palautumisjaksoilla ei aina saavutettu 37,5 °C alarajaa. Näissä tapauksissa palautumisjakso

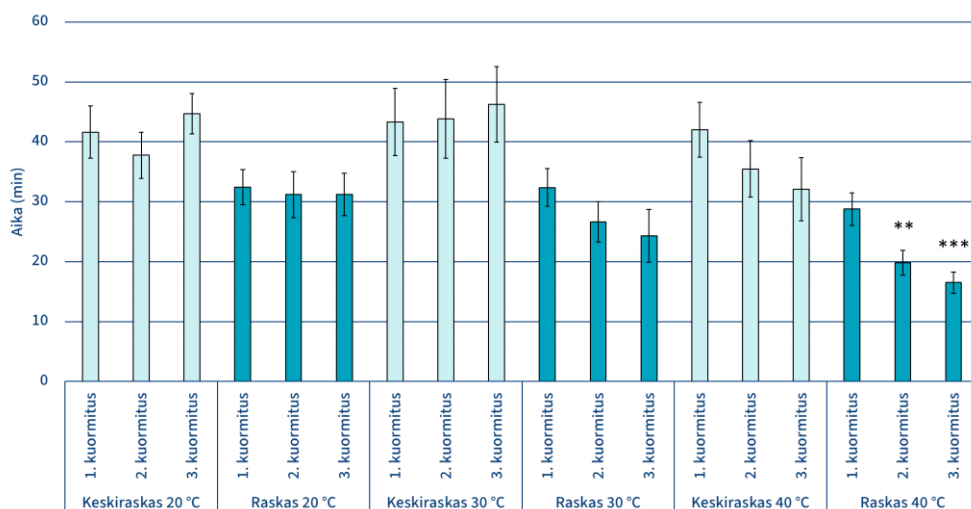
päätyi, kun syvälämpötila ei viiden minuutin aikana enää laskenut. Syvälämpötilan nousemiseen tai palautumiseen kuluva aika arvioitiin yksilöittäin lämpötilakuvaajaan lisätyllä lineaarisella suoralla, jolla saatiin arvio siitä, kuinka kauan syvälämpötilan nousemiseen tai palautumiseen olisi mennyt, mikäli kuormitus- tai palautumisjaksoa olisi edelleen jatkettu. Kun vertailtiin arvioituja ja mitattuja syvälämpötilan nousu- ja laskuaikoja, todettiin arvioitujen aikojen olevan tilastollisesti merkitsevästi pitempiä. Tämä johtuu lämpötilatiedon keskiarvoistumisesta. Ero mitattuihin nousu- ja laskuaikoihin oli ainoastaan minuutteja.

Olosuhteissa KR20 (keskiraskas kuormitus 20 °C), R20 (raskas kuormitus 20 °C) ja KR30 (keskiraskas kuormitus 30 °C) tutkittavien syvälämpötila nousi yli 38 °C rajan 14,3 %:ssa kaikista kuormituskerroista, kun taas olosuhteissa R30 (raskas kuormitus 30 °C) ja KR40 (keskiraskas kuormitus 40 °C) syvälämpötilan nousu oli yleisempää (52,4 %). Olosuhteissa R40 (raskas kuormitus 40 °C) syvälämpötilan yläraja ylitettiin 88,1 % mittauksista. Tutkittavien syvälämpötila nousi raskaalla kuormalla tilastollisesti merkitsevästi lyhyemmässä ajassa kuin keskiraskaalla kuormalla (kuva 4).



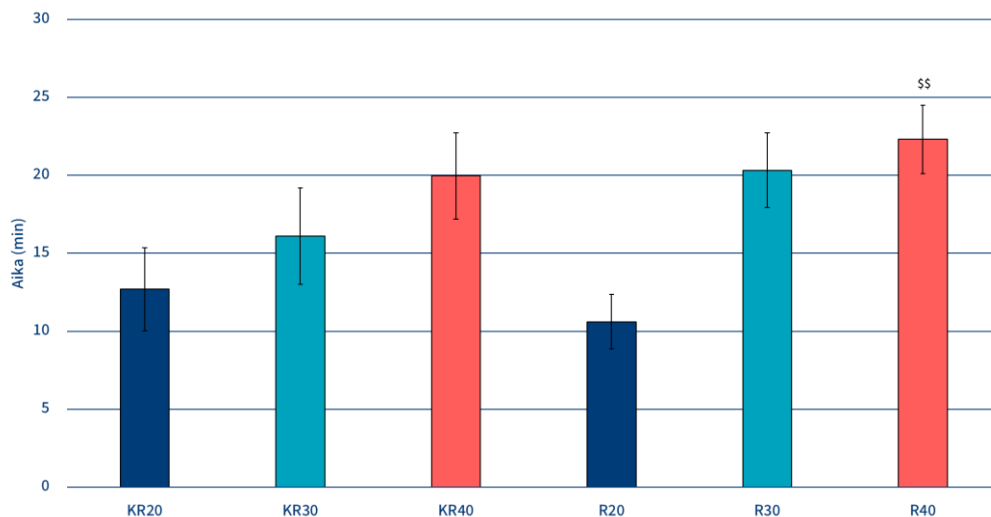
Kuva 4. Keskimääräinen syvälämpötilan nousuun yli 38 °C kulunut aika (minuuttia) kolmen kuormitusjakson ajalta keskiraskaalla (KR) ja raskaalla (R) kuormalla kolmessa eri lämpötilassa (20, 30 ja 40 °C) (keskiarvo ± keskiarvo). ***tilastollisesti merkitsevä ero KR20 verrattuna, $p < 0,001$. #tilastollisesti merkitsevä ero KR30 verrattuna, $^{\#}p < 0,05$, ### $p < 0,001$. □□□tilastollisesti merkitsevä ero KR40 verrattuna, $p < 0,001$. §tilastollisesti merkitsevä ero R20 verrattuna, $p < 0,05$.

Ensimmäisellä kuormitusjaksolla syvälämpötilan nousuun yli 38 °C kului keskiraskaalla kuormalla noin 40 minuuttia ja raskaalla kuormalla noin 30 minuuttia kaikissa kuormituslämpötiloissa. Seuraavilla kuormitusjaksoilla nousuaika alkoi lyhentyä raskaalla kuormalla 30 °C lämpötilassa ja molemmilla kuormilla 40 °C lämpötilassa, joista kuormitusjakson lyhentyminen oli tilastollisesti merkitsevää raskaalla kuormalla (kuva 5).

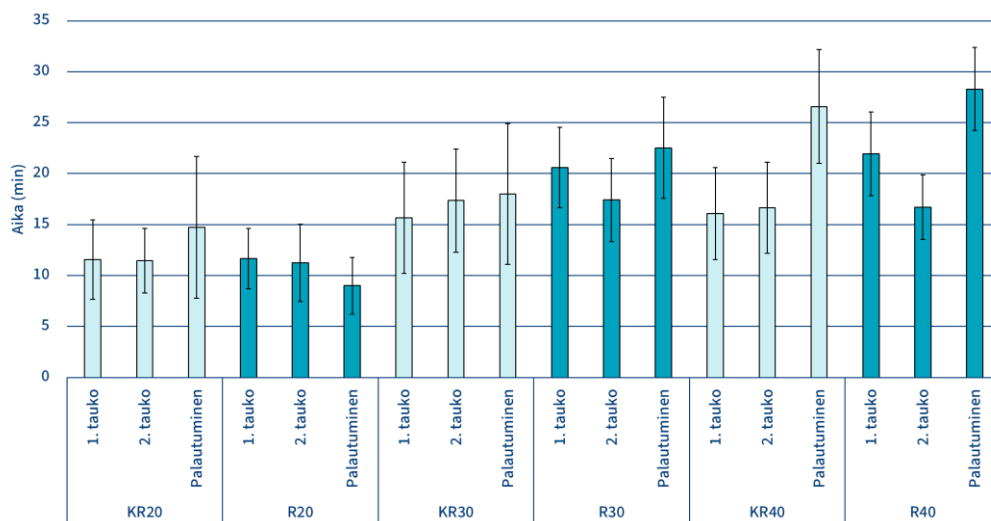


Kuva 5. Syvälämpötilan nousuun yli 38 °C kulunut aika (minuuttia) kolmelta kuormitusjaksolta keskiraskaalla (KR) ja raskaalla (R) kuormalla kolmessa eri lämpötilassa (20, 30 ja 40 °C) (keskiarvo ± keskivirhe). *tilastollisesti merkitsevä ero ensimmäiseen kuormitusjaksoon verrattuna, **p<0,01, ***p<0,001.

Syvälämpötilan alaraja 37,5 °C saavutettiin 83,2 % kaikista mittauksista. Tutkittavien syvälämpötila palautui kuormitusjakson jälkeen 37,5 °C rajan alapuolelle keskimäärin 12 minuutissa, kun kuormitus tehtiin 20 °C lämpötilassa (kuva 6). Syvälämpötilan laskuajat olivat keskimäärin pitempiä kuumemmissa olosuhteissa (noin 15–30 minuuttia). Tilastollisesti merkitsevä ero syvälämpötilan palautumisajassa lämpötilojen tai kuormitusintensiteettien välillä löytyi kuitenkin vain raskaassa kuormituksessa 20 ja 40 °C lämpötilojen välillä (p=0,01). Syvälämpötilan laskuajassa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja 1., 2. ja 3. kuormituksen jälkeen, mutta syvälämpötilan palautumisaika oli pisin kolmannen kuormituksen jälkeen kaikissa muissa kuormituksissa paitsi R20-olosuhteessa (kuva 7).

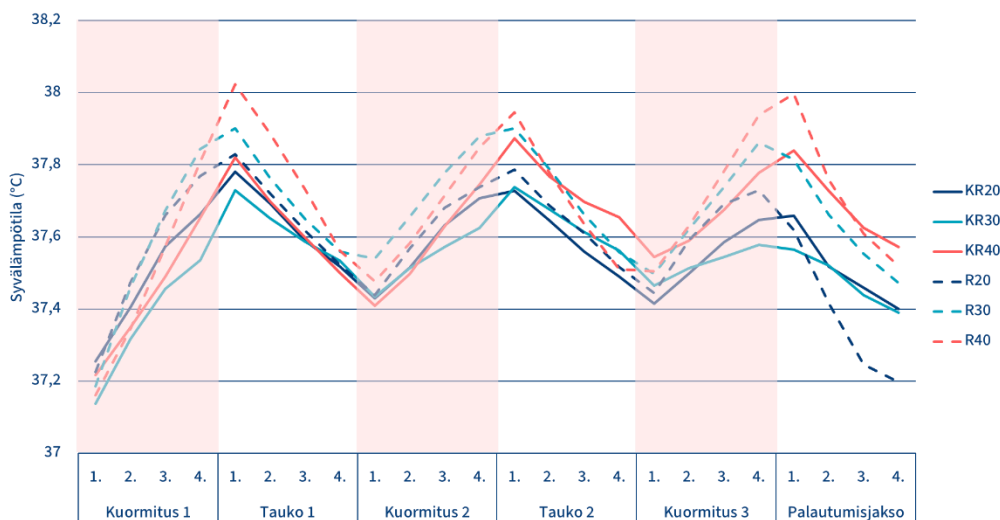


Kuva 6. Keskimääräinen syvälämpötilan laskuun alle 37,5 °C kulunut aika (minuuttia) kolmen kuormitusjakson ajalta keskiraskaalla (KR) ja raskaalla (R) kuormalla kolmessa eri lämpötilassa (20, 30 ja 40 °C) (keskiarvo ± keskivirhe). **tilastollisesti merkitsevä ero R20 verrattuna, $p < 0,01$.



Kuva 7. Syvälämpötilan laskuun alle 37,5 °C kulunut aika (minuuttia) kolmen kuormitusjakson jälkeen keskiraskaalla (KR) ja raskaalla (R) kuormalla kolmessa eri lämpötilassa (20, 30 ja 40 °C) (keskiarvo ± keskivirhe).

Tutkittavien syvälämpötila ennen kuormitusta oli keskimäärin 37,2 °C, minkä takia ensimmäinen kuormitusjakso aiheutti suuremman lämpötilan nousun verrattuna seuraaviin kuormitusjaksoihin (kuva 8). Raskas kuormitus nosti ensimmäisellä kuormitusjaksolla syvälämpötilaa enemmän (0,7 °C ± 0,0 °C) kuin keskiraskas kuormitus (0,5 °C ± 0,1 °C). Ensimmäisen ja toisen kuormitusjakson aikana syvälämpötilan nousu oli kaikissa olosuhteissa yhtä suurta, mutta kolmannessa kuormituksessa raskas kuorma aiheutti tilastollisesti merkitsevästi suuremman syvälämpötilan nousun keskiraskaaseen verrattuna (KR30 vs. R30 p=0,032 ja KR40 vs. R40 p=0,003). Myös ympäristön lämpötila vaikutti syvälämpötilan nousuun, sillä raskaassa kuormituksessa 20 ja 40 °C lämpötilojen välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero (p=0,02). Kun tarkasteltiin kunkin kuormituksen lopussa mitattua korkeinta syvälämpötilaa, tilastollisesti merkitseviä eroja korkeimmassa syvälämpötilassa eri olosuhteiden välillä havaittiin niin ikään vasta kolmannessa kuormituksessa (KR30 vs. R30 p=0,004 ja R20 vs. R40 p=0,048).

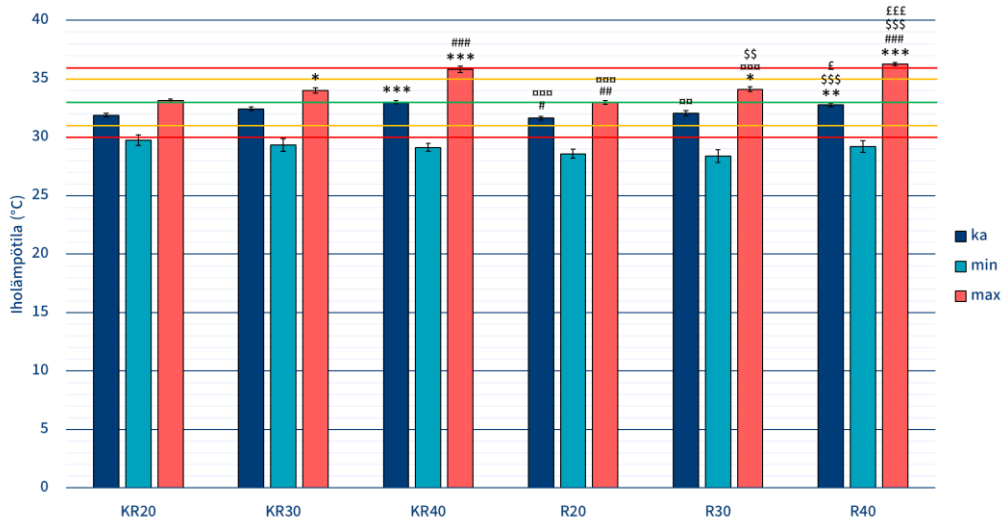


Kuva 8. Keskimääräinen syvälämpötila (°C) kolmen kuormitusjakson ja kahden niiden välisen tauon ajalta keskiraskaalla (KR) ja raskaalla (R) kuormalla kolmessa eri lämpötilassa (20, 30 ja 40 °C). Kuormitus ja tauot on jaettu neljään yhtä pitkään tarkastelujaksoon kestosta huolimatta.

4.1.2 Iholämpötilat

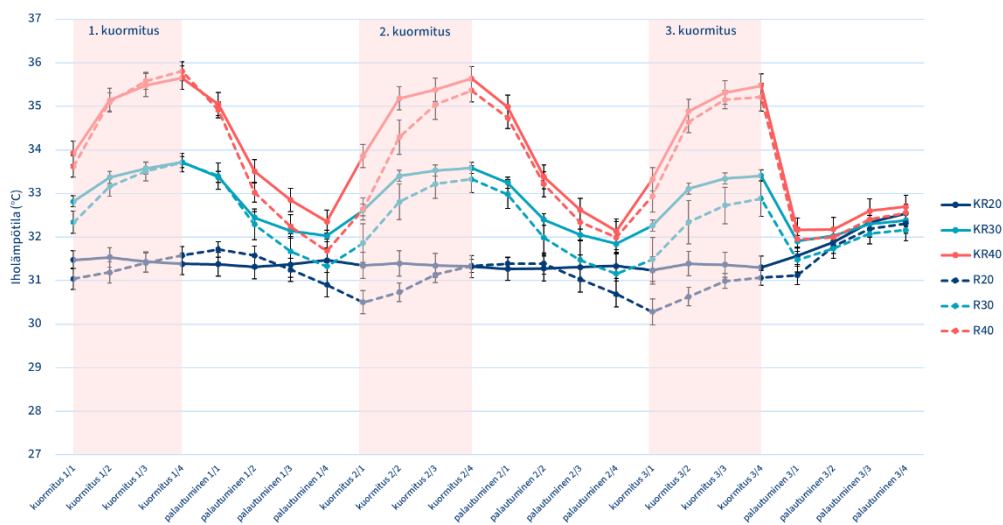
Sekä keskiraskaan että raskaan kuormituksen aikana kaikissa tutkituissa ympäristön lämpötiloissa keskimääräinen iholämpötila pysyi lämpöviihtyisällä tasolla (31–35 °C, kuva 9). Iholämpötila oli keskimäärin merkitsevästi korkeampi 40 °C ympäristön lämpötilassa sekä

keskiraskaan että raskaan kuormituksen aikana verrattuna 20 °C lämpötilaan. Keskiraskaan kuormituksen aikana 40 °C lämpötilassa iholämpötila nousi hetkellisesti yli 35 °C, mikä koetaan keskimäärin epäviihtyisäksi. Raskaan kuormituksen aikana samassa lämpötilassa iholämpötila nousi hetkellisesti yli 36 °C, mikä laskee suorituskykyä (34).



Kuva 9. Keskimääräinen iholämpötila (°C, keskiarvo, minimi ja maksimi) kolmelta kuormitusjaksolta keskiraskaalla (KR) ja raskaalla (R) kuormalla kolmessa eri lämpötilassa (20, 30 ja 40 °C) (keskiarvo ± keskiarvo). Vihreällä viivalla on merkitty optimaalinen ihon lämpötila (33 °C), keltaisilla viivoilla lämpöviihtyisyä alue (31–35 °C) ja punaisilla viivoilla alue, jolla suorituskyky ei vielä laske (30–36 °C). *tilastollisesti merkitsevä ero KR20 verrattuna, *p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001. #tilastollisesti merkitsevä ero KR30 verrattuna, #p<0,05, ##p<0,01, ###p<0,001. □tilastollisesti merkitsevä ero KR40 verrattuna, □□p<0,01, □□□p<0,001. §tilastollisesti merkitsevä ero R20 verrattuna, §p<0,01, §§p<0,001. ‡tilastollisesti merkitsevä ero R30 verrattuna, ‡p<0,05, ‡‡‡p<0,001.

Kuva 10 havainnollistaa keskimääräisen iholämpötilan vaihtelua toistuvien työ-leposyklien aikana. 20 °C lämpötilassa vaihtelu oli keskiraskaalla kuormalla vähäistä. Raskaalla kuormalla samassa lämpötilassa vaihtelu oli havaittavissa, mutta edelleen melko vähäistä. 30 ja 40 °C lämpötiloissa keskimääräinen iholämpötila vaihteli selkeästi ja säännönmukaisesti syklin vaiheen mukaan. 40 °C ympäristön lämpötilassa keskimääräinen iholämpötila ylitti kuormituksen aikana säännöllisesti 35 °C rajan, mikä koetaan epäviihtyisänä.



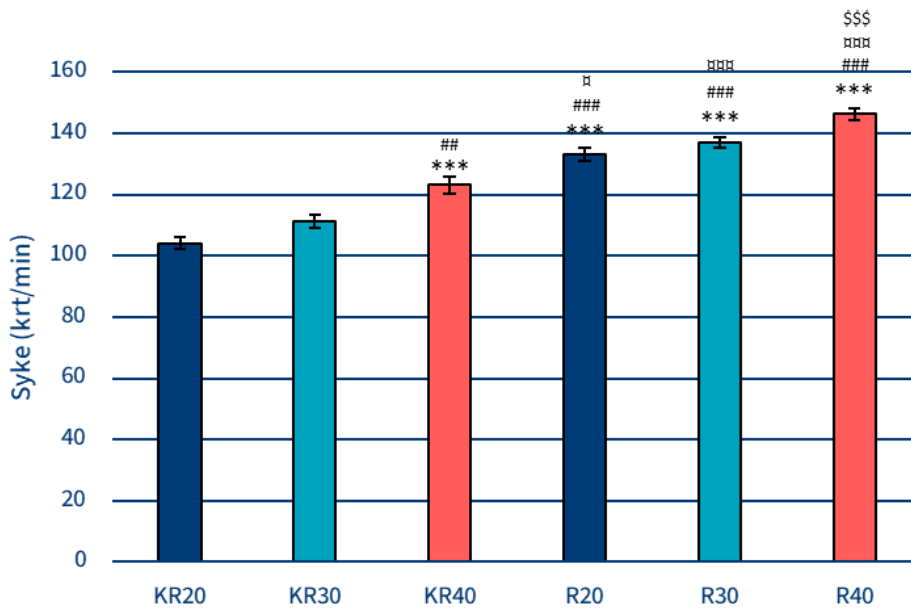
Kuva 10. Keskimääräinen iholämpötila (°C) kolmelta kuormitusjaksolta keskiraskaalla (KR) ja raskaalla (R) kuormalla kolmessa eri lämpötilassa (20, 30 ja 40 °C). Kuormitus ja tauot on jaettu neljään yhtä pitkään tarkastelujaksoon kestosta huolimatta.

4.1.3 Hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormitus

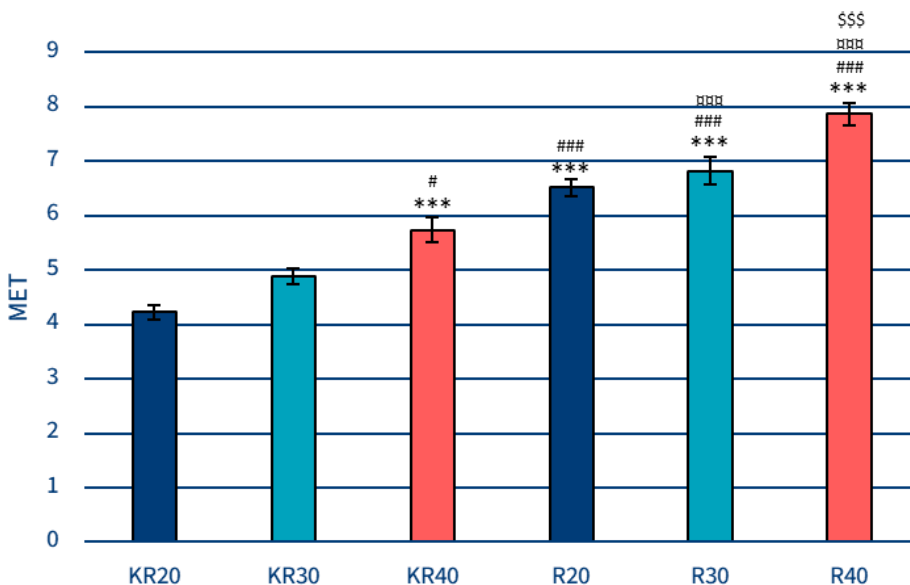
Kolmen kuormituksen keskimääräinen syketaajuus ja MET-yksikkö keskiraskaalla ja raskaalla kuormalla kolmessa eri lämpötilassa on esitetty kuvissa 11 ja 12. MET eli aineenvaihdunnan kerrannainen kuvaa kehon hapenkulutusta verrattuna lepotasoon. Yksi MET vastaa tuolissa levossa istuvan henkilön hapenkulutusta, joka on keskimäärin 3,5 ml/kg/min. Energiankulutuksena tämä vastaa yhtä kilokaloria painokiloa kohden tunnissa. Fyysisesti kuormittavat työt tai työtehtävät voidaan luokitella MET:n perusteella kevyisiin (alle 3 MET), keskiraskaisiin (3–6 MET) ja raskaisiin (yli 6 MET) (35). Kolmen kuormituksen keskimääräisten MET:n perusteella keskiraskas kuormitus vaihteli välillä 4,2–5,7 MET ja raskas kuormitus välillä 6,5–7,9 MET. Kuormien määrittely oli siis onnistunutta, sillä MET:n perusteella keskiraskas kuormitus osui välille 3–6 MET ja raskas kuormitus ylitti 6 MET kaikissa lämpötiloissa.

Kolmen kuormituksen keskimääräinen syketaajuus ja MET olivat alemmalla tasolla keskiraskaalla kuormalla kaikissa lämpötiloissa verrattuna raskaaseen kuormaan. Lisäksi syke ja MET olivat sitä korkeampia mitä korkeammassa lämpötilassa kuormitus tehtiin. Keskiraskaalla kuormalla kaikkia kolmea kuormitusjaksoa vertailtaessa 40 °C lämpötilan syke ja MET erosivat tilastollisesti merkitsevästi 20 °C ja 30 °C lämpötiloissa tehdyistä

kuormituksista. Myös raskaassa kuormituksessa 40 °C lämpötilassa syke ja MET erosivat tilastollisesti merkitsevästi 20 °C lämpötilassa tehdyistä kuormituksista.



Kuva 11. Kolmen kuormitusjakson keskimääräinen syketaajuus (krt/min) keskiraskaalla (KR) ja raskaalla kuormalla (R) kolmessa eri lämpötilassa (20, 30 ja 40 °C) (keskiarvo ± keskivirhe). ***tilastollisesti merkitsevä ero KR20 verrattuna, $p < 0,001$. #tilastollisesti merkitsevä ero KR30 verrattuna, $##p < 0,01$, $###p < 0,001$. °tilastollisesti merkitsevä ero KR40 verrattuna, ° $p < 0,05$, °°° $p < 0,001$. \$\$\$tilastollisesti merkitsevä ero R20 verrattuna, $p < 0,001$.



Kuva 12. Kolmen kuormitusjakson aineenvaihdunnan kerrannainen (MET) keskiraskaalla (KR) ja raskaalla kuormalla (R) kolmessa eri lämpötilassa (20, 30 ja 40 °C) (keskiarvo ± keskivirhe). ***tilastollisesti merkitsevä ero KR20 verrattuna, $p < 0,001$. #tilastollisesti merkitsevä ero KR30 verrattuna, $p < 0,05$, ### $p < 0,001$. \$\$\$tilastollisesti merkitsevä ero KR40 verrattuna, $p < 0,001$. \$\$\$tilastollisesti merkitsevä ero R20 verrattuna, $p < 0,001$.

Keskimääräinen syketaajuus kaikilta kolmelta kuormitusjaksolta on kuvattu taulukossa 5 ja keskimääräinen MET taulukossa 6. Kolmea kuormitusjaksoa tarkastellessa voidaan nähdä, että 40 °C lämpötilassa lämpökuormitus kumuloitui, eli syke ja MET olivat suurempia toisessa ja kolmannessa kuormituksessa verrattuna ensimmäiseen kuormitusjaksoon sekä keskiraskaalla että raskaalla kuormalla. Kolmen kuormitusjakson syke ja MET eivät kuitenkaan eronneet tilastollisesti merkitsevästi toisistaan missään kuormituksessa.

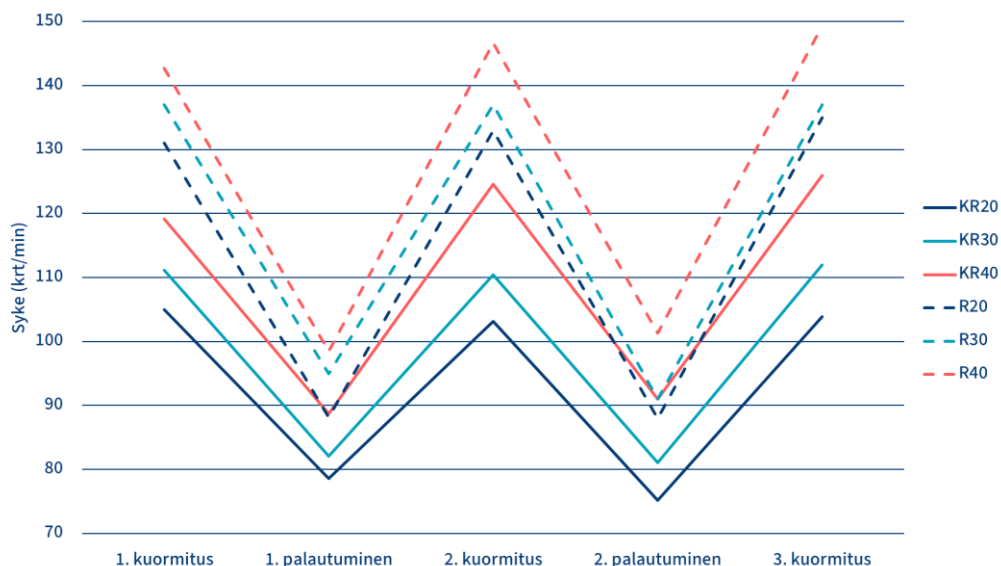
Taulukko 5. Keskimääräinen syketaajuus (krt/min) kolmelta kuormitusjaksolta keskiraskaalla ja raskaalla kuormalla kolmessa eri lämpötilassa (keskiarvo ± keskihajonta).

	1. KUORMITUS	2. KUORMITUS	3. KUORMITUS
Keskiraskas			
20 °C	105 ± 11	103 ± 13	104 ± 14
30 °C	111 ± 13	110 ± 14	112 ± 13
40 °C	119 ± 15	125 ± 19	126 ± 20
Raskas			
20 °C	131 ± 12	133 ± 14	135 ± 15
30 °C	137 ± 8	137 ± 11	137 ± 10
40 °C	143 ± 10	147 ± 12	149 ± 13

Taulukko 6. Keskimääräinen aineenvaihdunnan kerrannainen (MET) kolmelta kuormitusjaksolta keskiraskaalla ja raskaalla kuormalla kolmessa eri lämpötilassa (keskiarvo ± keskihajonta).

	1. KUORMITUS	2. KUORMITUS	3. KUORMITUS
Keskiraskas			
20 °C	4,3 ± 0,7	4,2 ± 0,9	4,2 ± 0,9
30 °C	4,9 ± 1,0	4,8 ± 0,9	4,9 ± 0,8
40 °C	5,5 ± 1,2	5,8 ± 1,7	5,9 ± 1,6
Raskas			
20 °C	6,4 ± 0,9	6,5 ± 1,0	6,6 ± 1,1
30 °C	6,7 ± 1,4	6,9 ± 1,4	6,9 ± 1,5
40 °C	7,6 ± 1,4	7,9 ± 1,5	8,1 ± 1,3

Kuvassa 13 on esitetty keskimääräinen syketaajuus kolmen kuormituksen ja kahden kuormitusten välissä olevan palautumisjakson ajalta. Syke laski palautumisjakson aikana kuormitukseen verrattuna ja ensimmäisen ja toisen palautusjakson keskisykkeessä ei ollut eroa. Ainoastaan 40 °C lämpötilassa toisen palautumisjakson keskisyke oli hieman korkeampi verrattuna ensimmäiseen. Syke pysyi sitä korkeammalla tasolla palautumisjaksojen aikana mitä korkeampi oli kuormituksen aikainen lämpötila ja intensiteetti. Kahden palautumisjakson keskisykkeitä vertaillaessa KR20-kuormituksen palautumisjaksojen sykkeitä olivat tilastollisesti merkitsevästi matalampia verrattuna KR40 ($p=0,007$), R20 ($p=0,023$), R30 ($p<0,001$) ja R40-kuormitukseen ($p<0,001$). Lisäksi R40-kuormituksen palautumisjaksojen keskisyke erosi tilastollisesti merkitsevästi KR30 ($p<0,001$) ja R20-kuormitusten ($p=0,012$) palautumisjaksojen keskisykkeistä.



Kuva 13. Keskimääräinen syketaajuus (krt/min) kolmelta kuormitus- ja kahdelta palautumisjaksolta keskiraskaalla (KR) ja raskaalla (R) kuormalla kolmessa eri lämpötilassa (20, 30 ja 40 °C).

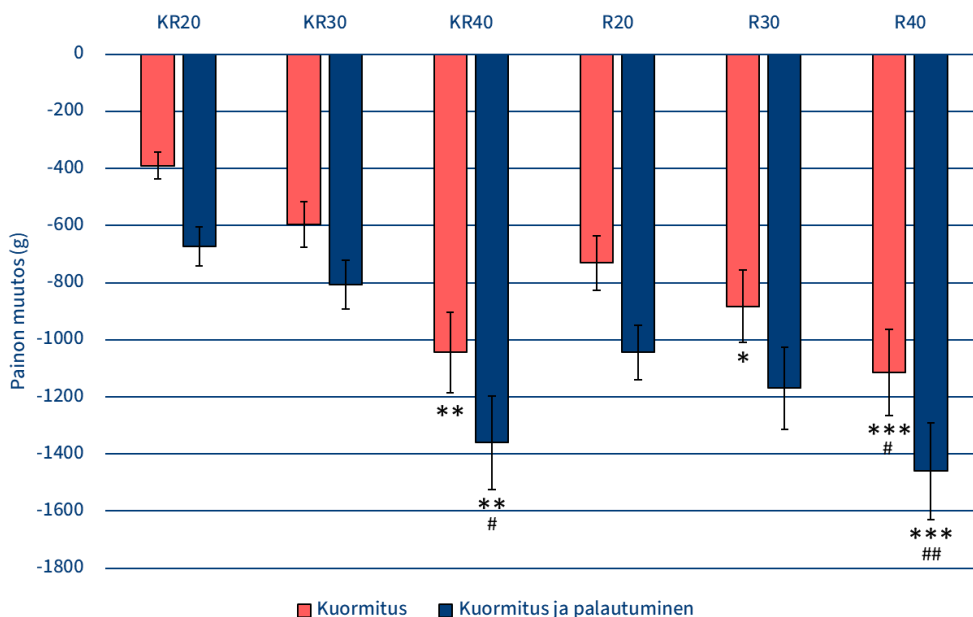
Sykettä mitattiin levossa ennen kuormitusta ja 0, 30, 60 ja 90 minuuttia kuormituksen päättymisen jälkeen (taulukko 7). Keskiraskaan kuormituksen jälkeen syke palautui alkutasolle tai jopa sen alle heti kuormituksen jälkeen, mutta raskaalla kuormalla tehtyjen kuormitusten jälkeen syke palautui lähelle alkutasoa vasta 30 minuuttia kuormituksen jälkeen. Tilastollisessa tarkastelussa palautumisjakson sykkeissä ei kuitenkaan havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja verrattuna ennen kuormitusta mitattuun sykkeeseen tai palautumisjakson aikana mitattujen sykearvojen välillä. On mahdollista, että ennen kuormitusta tehdyn mittauksen sykkeeseen on vaikuttanut esimerkiksi jännitys tulevasta mittauksesta.

Taulukko 7. Keskimääräinen syketaajuus (krt/min) ennen kuormitusta ja 0, 30, 60 ja 90 min kuormituksen jälkeen keskiraskaalla ja raskaalla kuormalla kolmessa eri lämpötilassa (keskiarvo ± keskihajonta).

	ENNEN	0 MIN	30 MIN	60 MIN	90 MIN
Keskiraskas					
20 °C	69 ± 9	62 ± 11	61 ± 12	63 ± 10	67 ± 14
30 °C	70 ± 12	68 ± 11	66 ± 10	66 ± 11	69 ± 11
40 °C	72 ± 10	74 ± 13	70 ± 12	71 ± 10	72 ± 12
Raskas					
20 °C	67 ± 9	74 ± 14	69 ± 12	70 ± 12	70 ± 12
30 °C	71 ± 13	79 ± 17	73 ± 18	76 ± 22	74 ± 20
40 °C	68 ± 9	81 ± 13	73 ± 12	74 ± 13	73 ± 14

4.1.4 Kehonpainon muutos

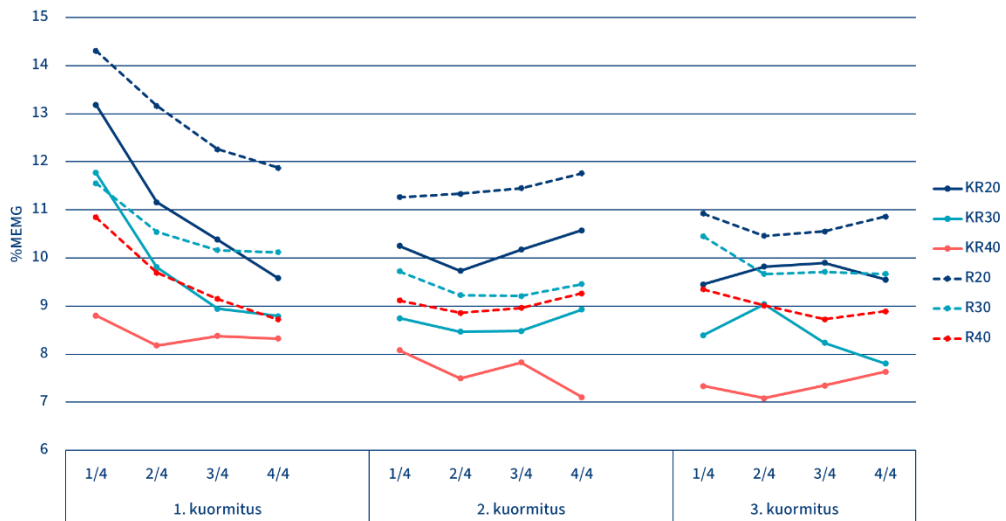
Tutkittavat punnittiin ennen kuormitusta, kuormituksen jälkeen ja mittauksen päätyttyä 4 tunnin palautumisen jälkeen. Painon muutokset kuormituksen sekä kuormituksen ja 4 tunnin palautumisen jälkeen on esitetty kuvassa 14. Tutkittavien paino laski tilastollisesti merkitsevästi molemmilla kuormilla kaikissa lämpötiloissa ($p < 0,001$). Keskimääräinen painon muutos kuormituksen seurauksena oli keskiraskaassa kuormituksessa 0,4–1 kg (0,6–1,9 %) ja raskaassa kuormituksessa 0,7–1,1 kg (1,0–2,0 %). Painon lasku oli tilastollisesti merkitsevästi suurempaa 40 °C lämpötilassa suoritetuissa kuormituksessa (sekä keskiraskas että raskas kuorma) verrattuna 20 °C lämpötilassa keskiraskaalla kuormalla tehtyyn kuormitukseen. Raskaalla kuormalla 40 °C lämpötilassa suoritettuna kuormituksen aiheuttama painon lasku erosi tilastollisesti myös keskiraskaalla kuormalla 30 °C lämpötilassa suoritettuna kuormituksen aiheuttamasta painon laskusta.



Kuva 14. Keskimääräinen painon muutos (g) kuormituksen sekä kuormituksen ja 4 tunnin palautumisen jälkeen keskiraskaalla (KR) ja raskaalla kuormalla (R) kolmessa eri lämpötilassa (20, 30 ja 40 °C) (keskiarvo ± keskivirhe). *tilastollisesti merkitsevä ero KR20 verrattuna, *p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001. #tilastollisesti merkitsevä ero KR30 verrattuna, #p<0,05, ##p<0,01.

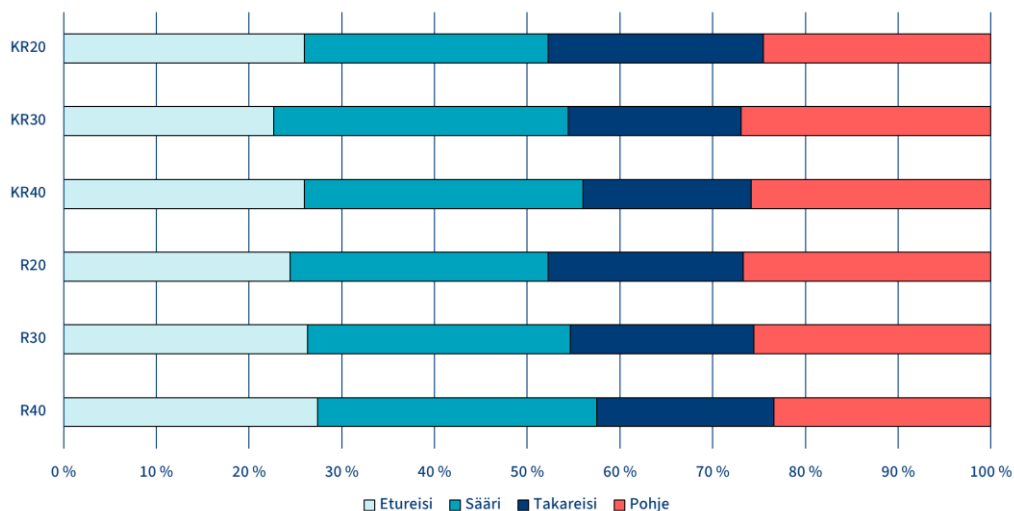
4.1.5 Lihassähköinen aktiivisuus

Suhteellinen lihasaktiivisuus oli suurinta 20 °C ja pienintä 40 °C lämpötilassa ja lihasaktiivisuus laski kuormituksen seurauksena kaikissa olosuhteissa (kuva 15). Lihasaktiivisuuden muutoksissa ei kuitenkaan todettu tilastollisesti merkitseviä eroja olosuhteiden välillä. Lihasaktiivisuuden lasku kuormituksen aikana johtuu todennäköisesti elimistön ydinlämpötilan noususta, joka heikentää hermolihasjärjestelmän ohjausta ja sen seurauksena heikentää voimantuottoa.



Kuva 15. Kaikkien mitattujen lihasten keskimääräinen suhteellinen lihasaktiivisuus (prosenttia maksimista, %MEMG) kolmelta kuormitusjaksolta keskiraskaalla (KR) ja raskaalla (R) kuormalla kolmessa eri lämpötilassa (20, 30 ja 40 °C). Kuormitus on jaettu neljään yhtä pitkään tarkastelujaksoon kuormituksen kestosta huolimatta.

EMG-mittauksista analysoitiin myös "work load" -muuttuja, joka ilmaisee, miten mitattu kokonaisaktiivisuus jakautuu neljän lihaksen kesken (kuva 16). Kuormitusten välillä ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja lihasaktiivisuuden jakautumisessa. Kuormitus jakaantui suhteellisen tasaisesti kaikkien mitattujen lihasten kesken.



Kuva 16. Lihasaktiivisuuden prosentuaalinen jakautuminen kaikkien mitattujen lihasten kesken keskiraskaalla (KR) ja raskaalla (R) kuormalla kolmessa eri lämpötilassa (20, 30 ja 40 °C). Arvot ovat kolmen kuormitusjakson keskiarvoja.

4.1.6 Maksimaalinen lihasvoima

Maksimaalinen polven ojennusvoima mitattiin ennen kuormitusta ja 0, 30 ja 60 minuuttia viimeisen kuormituksen päättymisestä (taulukko 8). Maksimivoima laski kaikkien kuormitusten seurauksena eikä ollut palautunut lähtötasolle 60 minuutin palautumisen jälkeen. Keskiraskaan kuormituksen jälkeen maksimivoima jatkoi laskemista kuormituksen jälkeen mitatusta voimatasosta 30 ja 60 minuuttia kuormituksen jälkeen tehtyyn mittaukseen, kun taas raskaassa kuormituksessa matalin voimataso mitattiin heti kuormituksen päätyttyä.

Maksimivoiman lasku kuormituksen seurauksena oli keskimäärin 3,0 % (2,6 kg) keskiraskaassa kuormituksessa, mutta maksimivoiman lasku ei ollut tilastollisesti merkitsevää missään lämpötilassa. Raskaassa kuormituksessa maksimivoiman lasku oli keskimäärin 9,5 % (8,6 kg) ja maksimivoima laski tilastollisesti merkitsevästi kaikissa lämpötiloissa (R20 $p=0,004$, R30 $p=0,002$ ja R40 $p=0,017$). Lämpötilojen välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja maksimivoiman muutoksessa, mutta maksimivoiman lasku oli suurinta molemmilla kuormitusintensiteeteillä 40 °C lämpötiloissa tehtyjen kuormitusten seurauksena (3,1 %/2,9 kg keskiraskaassa kuormituksessa ja 10,5 %/9,7 kg raskaassa kuormituksessa).

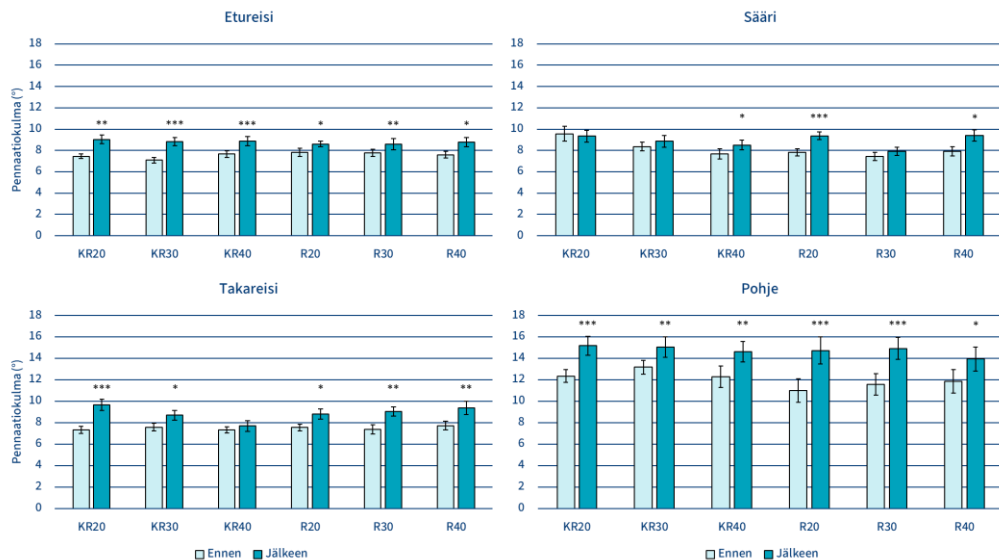
Taulukko 8. Keskimääräinen maksimaalinen polven ojennusvoima (kg) ennen ja 0, 30 ja 60 min keskiraskaan ja raskaan kuormituksen jälkeen kolmessa eri lämpötilassa (keskiarvo ± keskihajonta).

	ENNEN	JÄLKEEN	30 MIN	60 MIN
Keskiraskas				
20 °C	89,0 ± 24,2	86,6 ± 23,8	81,6 ± 19,4	84,5 ± 20,9
30 °C	87,7 ± 22,3	85,0 ± 23,0	84,5 ± 16,8	81,7 ± 16,3
40 °C	90,7 ± 23,0	87,9 ± 21,3	87,8 ± 19,7	86,3 ± 18,4
Raskas				
20 °C	90,6 ± 19,4	82,4 ± 17,4	84,2 ± 18,2	83,3 ± 20,0
30 °C	87,8 ± 22,9	79,9 ± 20,9	80,8 ± 26,9	84,2 ± 23,7
40 °C	92,1 ± 26,1	82,4 ± 19,9	82,9 ± 19,0	83,1 ± 17,5

4.1.7 Liharakenteen muutokset

Lihaskudos on tyypillinen kudos, jonka rakenne luo edellytyksen sen toiminnalle. Tästä syystä lihaksen hetkelliset rakenteelliset muutokset raskaan fyysisen työn ja väsymisen seurauksena vaikuttavat välittömästi lihaksen toimintaan. Lihaksen pennaatiokulma on koko lihaksen päällimmäisen kalvon ja yksittäisten lihassäikeiden kalvojen välinen kulma. Mitä suurempi kulma on, sen isompi on nk. lihaksen fysiologinen poikkipinta-ala ja kyky tuottaa voimaa. Pennaatiokulman kasvaminen työn aikana kertoo lihaksen väsymisen aiheuttamasta kompensatiosta maksimaalisen voimatason ylläpitämiseksi. Pennaatiokulman palautuminen lähtötasolle osoittaa lihaksen palautuneen.

Etüreiden ja pohkeen lihaksissa pennaatiokulma kasvoi merkitsevästi molemmilla kuormitusintensiteeteillä ja kaikissa lämpötiloissa (kuva 17). Myös takareiden ja säären lihaksissa pennaatiokulma kasvoi kuormituksen jälkeen merkitsevästi muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Muutos oli samansuuruinen riippumatta lihaksesta, kuormituksen intensiteetistä tai ympäristön lämpötilasta.



Kuva 17. Keskimääräinen lihassolujen pennaatiokulma (°) etureidessä, sääressä, takareidessä ja pohkeessa ennen ja jälkeen kuormituksen keskiraskaalla (KR) ja raskaalla (R) kuormalla kolmessa eri lämpötilassa (20, 30 ja 40 °C) (keskiarvo ± keskivirhe). *tilastollisesti merkitsevä ero ennen-mittaukseen verrattuna, *p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001.

Taulukossa 9 on yhteenveto pennaatiokulman palautumisesta lähtötasolle eri lihaksissa, kuormitusintensiteeteillä ja lämpötiloissa. Keskimäärin lihasrakenteen palautuminen oli nopeinta säärilihaksessa. Keskimäärin lihaksen rakenne palautui keskiraskaasta työstä hieman raskasta työtä nopeammin. Lämpötiloja verrattaessa palautuminen oli keskimäärin nopeinta 30 °C lämpötilassa tehdyn työn jälkeen.

Taulukko 9. Pennaatiokulman keskimääräinen palautumisaika lähtötasolle minuutteina tutkituissa lihaksissa keskiraskaalla (KR) ja raskaalla (R) kuormalla kolmessa eri lämpötilassa (20, 30 ja 40 °C). Mitä vaaleampi matriisissa oleva ruutu on, sitä nopeammin lihaksen rakenne palautuu lepotasolle.

	ETUREISI	SÄÄRI	TAKAREISI	POHJE
KR20	210	240	120	120
KR30	240	90	180	60
KR40	90	30	210	120
R20	60	150	180	240
R30	210	30	90	90
R40	180	240	60	240

4.1.8 Kuormittuneisuus, palautuminen, lämpötuntemus ja -viihtyvyys

Koettua kuormittuneisuutta arvioitiin kuormituksen aikana 5 minuutin välein sekä jokaisen kuormitusjakson lopussa. Keskimääräinen kuormittuneisuuden arvio kunkin kuormitusjakson alussa ja lopussa on esitetty taulukossa 10. Koettu kuormittuneisuus kasvoi jokaisen kuormitusjakson aikana tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,001$). Suurinta koetun kuormittuneisuuden kasvu oli raskaassa kuormituksessa 40 °C lämpötilassa, jossa koetun kuormittuneisuuden arvio kasvoi keskimäärin 19,7 % (2,5 yksikköä) ensimmäisen kuormitusjakson alusta kolmannen kuormitusjakson loppuun. Kuormitusjaksojen välillä ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevää eroa koetun kuormittuneisuuden muutoksessa.

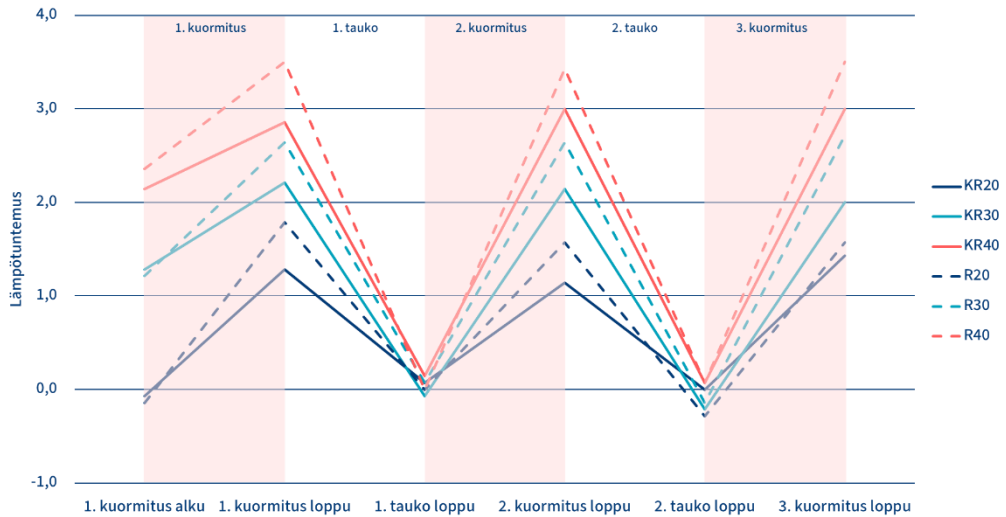
Koettu kuormittuneisuus kuormitusjakson alussa ja lopussa oli korkeampaa raskaassa kuormituksessa verrattuna keskiraskaaseen. Lisäksi ympäristön lämpötila lisäsi kuormittuneisuuden kokemusta siten, että koettu kuormittuneisuus samalla kuormalla oli sitä korkeampaa mitä korkeampi ympäristön lämpötila oli. Kuormittuneisuuden kokemus myös kumuloitui, eli koettu kuormittuneisuus kuormituksen alussa ja lopussa oli korkeampaa toisen ja kolmannen kuormituksen jälkeen verrattuna ensimmäiseen kaikissa kuormitusmalleissa. Eniten kuormittuneisuuden kokemus kumuloitui raskaalla kuormalla ja kuumassa (R30 ja R40) tehdyissä kuormituksissa. Erot kuormittuneisuuden kasvussa olosuhteiden tai kuormitusjaksojen välillä eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä.

Taulukko 10. Keskimääräinen koetun kuormittuneisuuden arvio (asteikolla 6 = ei räsitusta ja 20 = maksimaalinen räsitus) kolmen kuormitusjakson ensimmäisen viiden minuutin aikana ja kuormitusjakson lopussa keskiraskaalla (KR) ja raskaalla (R) kuormalla kolmessa eri lämpötilassa (20, 30 ja 40 °C) (keskiarvo ± keskihajonta).

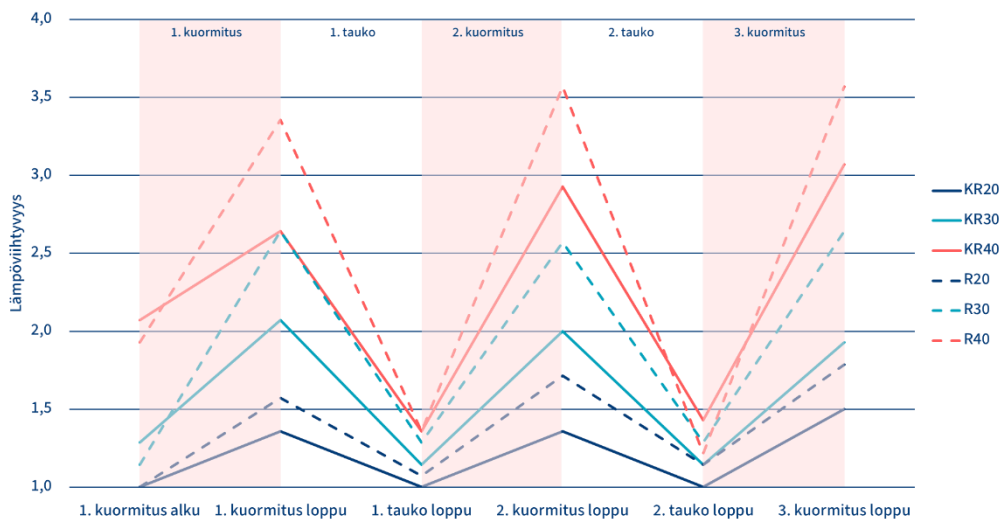
	1. KUORMITUS		2. KUORMITUS		3. KUORMITUS	
	ALKU	LOPPU	ALKU	LOPPU	ALKU	LOPPU
KR20	7,9 ± 1,6	9,7 ± 2,2***	9,1 ± 1,8	9,8 ± 2,2***	9,4 ± 1,8	10,2 ± 2,1***
KR30	9,5 ± 1,8	10,6 ± 2,0***	9,6 ± 1,8	10,8 ± 2,0***	10,2 ± 2,0	10,9 ± 2,1***
KR40	9,7 ± 1,6	11,5 ± 2,1***	10,8 ± 1,8	11,9 ± 2,4***	11,1 ± 1,8	12,1 ± 2,7***
R20	10,4 ± 1,9	12,9 ± 1,6***	11,8 ± 1,6	13,3 ± 1,7***	12,2 ± 1,5	13,4 ± 1,7***
R30	11,4 ± 1,3	13,4 ± 1,9***	12,6 ± 2,1	13,9 ± 2,4***	13,2 ± 2,2	14,4 ± 1,9***
R40	11,4 ± 1,3	14,6 ± 1,5***	12,9 ± 1,7	15,0 ± 1,6***	13,6 ± 1,9	15,6 ± 1,6***

***tilastollisesti merkitsevä ero kuormitusjakson alkuun verrattuna, $p < 0,001$.

Lämpötuntemusta ja -viihtyvyyttä arvioitiin ensimmäisen kuormitusjakson alussa, jokaisen kolmen kuormitusjakson lopussa sekä molempien palautumistaukojen lopussa huoneenlämmössä. Keskimääräiset lämpötuntemuksen ja -viihtyvyyden arviot näistä aikapistteistä on esitetty kuvissa 18 ja 19. Lämpötuntemuksen arviot mukailivat kuormituslämpötilaa ja olivat kuormituksen lopussa korkeampia raskaalla kuormalla verrattuna keskiraskaaseen kuormaan. Lämpötuntemus nousi 40 °C lämpötilassa tehdyn kuormituksen lopussa keskimäärin arvoon 3, joka vastaa "kuumaa". Lämpötuntemuksen arviot palautuivat lähelle nollaa eli "neutraalia" kuormitusten välissä olevien palautumistaukojen lopussa ja toisen tauon lopussa jopa hieman negatiivisen, eli viileän puolelle. Lämpöviihtyvyys mukaili samanlaista trendiä lämpötuntemuksen kanssa, eli lämpöviihtyvyys heikkeni kuormituksen aikana sekä kuormituksen intensiteetin että lämpötilan vaikutuksesta, mutta palautui lähelle yhtä eli "miellyttävää" taukojen aikana. Korkeimmillaan lämpöviihtyvyys nousi keskimäärin arvoon 3,5, eli "epämiellyttävän" ja "erittäin epämiellyttävän" puoliväliin.



Kuva 18. Keskimääräinen lämpötuntemuksen arvio (asteikolla -3 = kylmä ja 4 = hyvin kuuma) kuormitusten alussa ja lopussa keskiraskaalla (KR) ja raskaalla (R) kuormalla kolmessa eri lämpötilassa (20, 30 ja 40 °C).



Kuva 19. Keskimääräinen lämpöviihtyvyyden arvio (asteikolla 1 = miellyttävä ja 5 = sietämätön) kuormitusten alussa ja lopussa keskiraskaalla (KR) ja raskaalla (R) kuormalla kolmessa eri lämpötilassa (20, 30 ja 40 °C).

Lämpötuntemusta ja -viihtyvyyttä arvioitiin myös palautumisjakson aikana 30 minuutin välein. Sekä lämpötuntemus että -viihtyvyys palautuivat nopeasti kuormituksen jälkeen kuormituksen intensiteetistä ja lämpötilasta riippumatta. Neljän tunnin palautumisjakson aikana keskimääräiset puolen tunnin välein arvioidut lämpötuntemukset vaihtelivat välillä -0,4–0,1 ja lämpöviihtyvyyden arviot välillä 1,0–1,2.

Palautumista arvioitiin asteikolla 0–10 (äärimmäisen rasittunut-täysin palautunut) molempien kuormitusten välisten palautumistaukojen lopussa sekä 4 tunnin palautumisjakson aikana puolen tunnin välein. Keskimääräiset palautumisen arviot on esitetty taulukossa 11, josta nähdään, että keskimääräinen palautuneisuuden arvio kuormitusten välisten taukojen lopussa oli pääsääntöisesti välillä 8–9. Ensimmäisen ja toisen tauon jälkeisissä palautumisen arvioissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja, eli palautuminen koettiin samanlaiseksi molempien kuormitusjaksojen välisten taukojen jälkeen. Paremmaksi palautuminen koettiin tauon lopussa keskiraskaiden kuormitusten jälkeen verrattuna raskaampaan kuormaan. Ympäristön lämpötilan nousu hieman heikensi tauon lopussa koettua palautuneisuutta keskiraskaalla, mutta ei raskaalla kuormalla. Neljän tunnin palautumisjakson aikana korkeampi kuormitusintensiteetti ja lämpötila hieman hidastivat palautumista, mutta erot olivat pieniä. Kahden tunnin palautuksen jälkeen palautuneisuuden arvioissa ei enää juurikaan näkynyt eroja eri lämpötilojen ja keskiraskaan ja raskaan kuormituksen välillä.

Taulukko 11. Keskimääräinen palautumisen arvio (asteikolla 0 = äärimmäisen rasittunut ja 10 = täysin palautunut) kuormituksen aikaisten palautumistaukojen lopussa ja 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 ja 240 min kuormituksen jälkeen keskiraskaalla (KR) ja raskaalla (R) kuormalla kolmessa eri lämpötilassa (20, 30 ja 40 °C) (keskiarvo ± keskihajonta).

	1. TAUKO	2. TAUKO	30 MIN	60 MIN	90 MIN	120 MIN	150 MIN	180 MIN	210 MIN	240 MIN
KR20	9,3 ± 0,8	9,1 ± 1,0	9,4 ± 0,7	9,6 ± 0,8	9,7 ± 0,6	9,7 ± 0,6	9,6 ± 0,8	9,7 ± 0,8	9,7 ± 0,8	9,8 ± 0,6
KR30	8,9 ± 1,1	8,5 ± 1,5	9,2 ± 0,8	9,4 ± 0,8	9,7 ± 0,6	9,7 ± 0,6	9,7 ± 0,6	9,9 ± 0,3	9,9 ± 0,3	9,9 ± 0,3
KR40	8,7 ± 0,8	8,4 ± 1,2	8,7 ± 1,4	9,3 ± 1,0	9,5 ± 0,8	9,6 ± 0,8	9,6 ± 0,7	9,7 ± 0,6	9,8 ± 0,6	9,8 ± 0,6
R20	8,3 ± 1,4	7,9 ± 1,5	8,6 ± 1,7	8,9 ± 1,4	9,1 ± 1,1	9,3 ± 1,0	9,5 ± 0,9	9,6 ± 0,8	9,7 ± 0,6	9,7 ± 0,6
R30	8,3 ± 1,2	7,9 ± 1,5	8,5 ± 1,5	8,9 ± 1,1	9,1 ± 1,1	9,4 ± 0,9	9,5 ± 0,9	9,6 ± 0,9	9,6 ± 0,8	9,6 ± 1,1
R40	8,2 ± 1,0	7,9 ± 1,3	8,2 ± 1,3	8,9 ± 1,2	9,1 ± 1,0	9,4 ± 0,9	9,5 ± 0,9	9,6 ± 0,9	9,6 ± 0,9	9,6 ± 0,9

4.1.9 Kuormittuneisuuden, sykkeen ja syvälämpötilan väliset korrelaatiot

Korrelaatiot koetun kuormittuneisuuden ja sykkeen sekä koetun kuormittuneisuuden ja syvälämpötilan välillä on esitetty taulukossa 12. Koetun kuormittuneisuuden arvion ja sykkeen välillä todettiin positiivinen yhteys molemmilla kuormilla ja kaikissa lämpötiloissa. Koetun kuormittuneisuuden ja syvälämpötilan välillä todettiin positiivinen yhteys kaikissa muissa olosuhteissa paitsi keskiraskaalla kuormalla 30 °C lämpötilassa. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että koettu kuormittuneisuus kasvoi tässä olosuhteessa vähiten verrattuna muihin olosuhteisiin ja syvälämpötiloissa saavutettiin 38 °C yläraja ainoastaan 14,3 % mittauksista. Korrelaatioanalyysissä käytettiin vain todettuja syvälämpötiloja, ei arvioita.

Taulukko 12. Korrelaatiokertoimet koetun kuormittuneisuuden ja sykkeen sekä koetun kuormittuneisuuden ja syvälämpötilan välillä keskiraskaalla (KR) ja raskaalla (R) kuormalla kolmessa eri lämpötilassa (20, 30 ja 40 °C).

		SYKE	SYVÄLÄMPÖTILA
KOETTU KUORMITTUNEISUUS	KR20	0,55***	0,22**
	KR30	0,52***	0,03
	KR40	0,48***	0,33***
	R20	0,56***	0,20**
	R30	0,57***	0,31***
	R40	0,55***	0,45***

*tilastollisesti merkitsevä korrelaatio, **p<0,01, ***p<0,001.

4.1.10 Kognitiivinen suorituskyky

Kognitiivisen suorituskyvyn arvioinnissa käytetty FAT-patteristo sisälsi kahdeksan osatehtävää (taulukko 2), joista jokaisesta valittiin mukaan keskeisin tulosmuuttuja. Ensimmäisen kuuden osatehtävän (FAT-R, N, NL, NS, NMF ja NMB) osalta tarkasteltiin suoriutumisen nopeutta ja kahden jälkimmäisen (MF ja MB) osalta oikein muistettujen sarjojen lukumääriä. Lisäksi kaikkien osatehtävien osalta tarkasteltiin virheiden lukumääriä. Kaikkien muuttujien jakaumien normaalisuusoletukset eivät täyttyneet, joten kuormituksen seurauksena tapahtuneen muutoksen tilastollinen vertaaminen tehtiin ei-parametrisella riippuvien otosten testillä. Jokaiselle muuttujalle laskettiin kuormituspäiväkohtainen muutosluku (kuormitusjakson jälkeinen tulos – kuormitusta edeltävä tulos = muutosluku), jotta keskiarvossa tapahtuneita muutoksia voitiin tarkastella yhden luvun kautta. Suoritusnopeutta mittaavissa muuttujissa positiivinen muutosluku kuvastaa suoriutumisen

hidastumista ja negatiivinen nopeutumista kuormituksen seurauksena. Visuaalisen työmuistin tehtävissä (oikein muistetut sarjat) negatiivinen muutosluku kuvastaa suoriutumisen heikentymistä ja positiivinen suoriutumisen kohentumista kuormituksen seurauksena. Virhemuuttujissa positiivinen muutosluku kuvaa virheiden määrän lisääntymistä ja negatiivinen virheiden vähentymistä.

Keskiraskaan kuormituksen jälkeiset muutosluvut eri lämpötiloissa on esitetty taulukossa 13. Yleisesti voitiin havaita, että ennen ja jälkeen kuormituksen tehdyissä suorituksissa oli ryhmäkeskiarvojen perusteella arvioituna varsin pieniä eroja ja vastaavasti hajontaluvut olivat suuria. Keskiraskaan kuormituksen jälkeen havaittiin ainoastaan yksi tilastollisesti merkitsevä ero kognitiivisessa suoriutumisessa. Korkeimmassa lämpötilassa (40 °C) todettiin tilastollisesti merkitsevä hidastuminen ($p=0,049$) yhdessä joustavan tarkkaavuuden jakamisen tehtävässä (FAT-NL). Absoluuttisia muutoskeskiarvoja tarkasteltaessa myös kahdessa muussa samankaltaisessa tarkkaavuuden jakamisen muuttujassa (FAT-NS ja FAT-NMF) oli nähtävissä trendi korkeimman kuormituslämpötilan negatiiviselle vaikutukselle, mutta näissä erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Taulukko 13. Muutosluvut FAT-osatehtävien aika- ja muistimuuttujille keskiraskaan kuormituksen jälkeen eri lämpötilaolosuhteissa.

	KR20	KR30	KR40
FAT-R	1290 ± 4429	935 ± 4976	261 ± 2163
FAT-N	-401 ± 5376	-444 ± 3866	74 ± 5502
FAT-NL	-2207 ± 8282	-1636 ± 6428	2923 ± 5438*
FAT-NS	-1424 ± 5112	-724 ± 3316	697 ± 5949
FAT-NMF	-637 ± 7240	-2079 ± 5540	458 ± 6027
FAT-NMB	175 ± 9481	-2110 ± 7124	-2005 ± 4444
FAT-MF	0,57 ± 2,03	0,29 ± 2,20	0,43 ± 1,28
FAT-MB	-0,14 ± 2,74	0,29 ± 2,55	0,38 ± 2,69

*tilastollisesti merkitsevä muutos kuormituksen seurauksena, $p<0,05$.

Myös ennen ja jälkeen raskaan kuormituksen tehdyissä kognitiivisissa mittauksissa havaittiin kokonaisuutena vähän muutoksia. Muutamia tilastollisesti merkitseviä eroja kognitiivisessa suoriutumisessa eri lämpötiloissa tehtyjen kuormitusten jälkeen tuli kuitenkin esiin (taulukko 14). Visuaalisen tarkkaavuuden suuntaaminen (FAT-N) oli ryhmätasolla matalimmassa lämpötilassa (20 °C) tehdyn raskaan kuormituksen jälkeen nopeampaa kuin ennen kuormitusta ($p=0,04$). R30-kondition osalta missään kognitiivisessa muuttujassa ei havaittu eroa ennen ja jälkeen kuormituksen tehtyjen mittausten välillä ($p>0,05$ kaikissa). Korkeimmassa lämpötilassa tehdyn raskaan kuormituksen osalta havaittiin

tilastollisesti merkitsevä nopeutuminen tarkkaavuuden suuntaamisessa (FAT-N) ja työmuistia kuormittavassa tarkkaavuuden jakamisessa (FAT-NMB) ($p=0,03$ molemmissa).

Taulukko 14. Muutosluvut FAT-osatehtävien aika- ja muistimuuttujille raskaan kuormituksen jälkeen eri lämpötilaolosuhteissa.

	R20	R30	R40
FAT-R	-2 ± 4603	2168 ± 5650	679 ± 3371
FAT-N	-2685 ± 5243*	-844 ± 3575	-4611 ± 6684*
FAT-NL	-2593 ± 4909	-1305 ± 6441	-607 ± 9474
FAT-NS	-247 ± 4979	-2498 ± 6663	-432 ± 4341
FAT-NMF	-646 ± 5484	-658 ± 7013	-2112 ± 6439
FAT-NMB	1348 ± 10522	-4898 ± 9969	-3176 ± 4897*
FAT-MF	0,36 ± 1,70	0,50 ± 2,74	0,00 ± 2,32
FAT-MB	0,29 ± 1,14	0,64 ± 2,06	-0,79 ± 1,89

*tilastollisesti merkitsevä muutos kuormituksen seurauksena, $p<0,05$.

Kognitiivisissa tehtävissä esiintyneiden virheiden tarkastelussa ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja ennen ja jälkeen kuormituksen tehdyissä testauksissa missään olosuhteissa ($p>0,05$ kaikissa).

4.2 Työelämän nykykäytäntöjen selvittäminen

Kuumatyön sopeutumiskeinojen selvittämiseksi analyseissä tarkasteltiin ensin Ilmastonmuutos ja työ -kyselyn muuttujien suoria jakaumia. Tämän jälkeen kyselyssä mitattuja työpaikan kuumatyövalmiuksia ristiintaulukoitiin työn piirteitä kuvaavien muuttujien kanssa. Lopuksi kuumatyövalmiuksia ristiintaulukoitiin yksilöllisten taustatekijöiden kanssa niiden vastaajien keskuudessa, jotka kokivat kuumassa työskentelyn työtehoa heikentävänä tekijänä.

4.2.1 Työpaikan kuumatyövalmiudet

Kyselyssä selvitettiin palkansaajia edustavan kyselyotoksen avulla työpaikkojen valmiuksia estää tai hidastaa kuumatyön haittoja. Mitattujen työpaikan kuumatyövalmiuksien yleisyys kaikkien vastaajien keskuudessa on raportoitu taulukossa 15. Mitatuista keinoista vastaajat raportoivat useimmiten työpaikan lämpötilan valvonnasta (58 %) ja mahdollisuudesta tauottaa ja järjestellä työtä kuumatyöskentelyyn sopivaksi (57 %). Yli puolella kyselyn vastaajista oli siis käytössä joitakin kyselyssä mitattuja keinoja hillitä kuumassa

työskentelyn haittoja. Toisaalta vain vajaa puolet (45 %) kyselyn vastaajista kertoi, että työpaikalla on keskusteltu helteellä työskentelyn työturvallisuusriskeistä. Samoin vain joka neljäs raportoi saaneensa ohjeita tai koulutusta sään ääriolosuhteiden, kuten helleaaltojen, aikana työskentelyyn. Tulos viittaa siihen, että tietoisuuden lisääminen helteellä työskentelyn haitoista on tarpeen työpaikoilla.

Taulukko 15. Kuumatyövalmiuksien yleisyys kyselyn vastaajien työpaikoilla (n=1888).

TYÖPAIKAN KUUMATYÖVALMIUDET	KYLLÄ	EI	EN OSAA SANOA	EI OLEELLINEN TYÖN KANNALTA
Valvotaanko työpaikallasi työpaikan lämpötilaa?	58 %	22 %	15 %	5 %
Onko työpaikallasi tarvittaessa saatavilla henkilökohtaisia jäähdyttimiä tai lämmittimiä?	50 %	32 %	11 %	7 %
Saatko tauottaa ja järjestellä työtäsi kuumassa työskentelyyn sopivaksi?	57 %	18 %	7 %	18 %
Noudatetaanko työpaikallasi suosituksia taukojen pitämisestä kuumassa tai kylmässä työskenneltäessä?	45 %	19 %	15 %	22 %
Onko työpaikallasi järjestetty viileä tila, jossa on mahdollisuus pitää taukoa esimerkiksi hellejakson aikana?	23 %	46 %	9 %	21 %
Onko työpaikallasi kiinnitetty esihenkilöiden tai työsuojelun toimesta huomiota suojainten käytön vaikeutumiseen kuumissa työoloissa?	21 %	30 %	18 %	31 %
Onko työpaikallasi keskusteltu helteellä työskentelyn aiheuttamista työturvallisuusriskeistä?	45 %	29 %	5 %	21 %
Onko työpaikallasi annettu ohjeistusta tai koulutusta sään ääriolosuhteiden aikana työskentelyyn (esim. helleaalto tai rankkasateet)?	25 %	38 %	12 %	26 %

4.2.2 Valmiudet kuumatyöhön ulkotyössä ja kuumatyön riskitoimialoilla

Joka kolmas Ilmastonmuutos ja työ -kyselyn vastaajista työskenteli ulkona ainakin osan työajasta. Taulukossa 16 on raportoitu työpaikan kuumatyövalmiuksista niiden vastaajien keskuudessa, jotka kertoivat työskentelevänsä ulkona ainakin osan vuodesta. Erot työpaikkojen kuumatyövalmiuksissa olivat tilastollisesti merkitseviä lähes jokaisen valmiuden kohdalla joskus ulkona työskentelevien ja vain sisällä työskentelevien välillä.

Ulkona ainakin osan työajastaan työskentelevät raportoivat muita vastaajia useammin työpaikan kuumatyövalmiuksista. Ulkotyötä tekevien keskuudessa raportoitiin hieman useammin työpaikan viileästä tilasta, jossa viettää taukoja, verrattuna vastaajiin, jotka eivät koskaan työskentele ulkona (28 vs. 22 %). Samoin vastaajista jopa joka kolmas kertoi saaneensa työpaikalla ohjeita tai koulutusta sään ääriolosuhteiden aikana työskentelyyn. Ulkotyötä tekevien työpaikoilla siis on tulosten mukaan paremmat valmiudet hillitä tai estää kuumatyön haittoja.

Vaikka ulkotyötä tekevät työntekijät raportoivat monista kuumatyövalmiuksista muita vastaajia useammin, he myös raportoivat useammin valmiuksien puutteista. Esimerkiksi joka neljäs ulkotyötä tekevä vastaaja raportoi, ettei voi tauottaa ja järjestellä työtä kuumassa työskentelyyn sopivaksi, ja että työpaikalla ei noudateta suosituksia taukojen pitämisestä kuumassa tai kylmässä lämpötilassa työskenneltäessä. Tulokset osoittavat, että kuumatyövalmiuksissa on myös kehitettävää työpaikoilla, joissa työskennellään ulkona osa vuodesta.

Työpaikan lämpötilanvalvonta oli ainoa kyselyssä tiedusteltu työpaikan kuumatyövalmius, mistä raportointi oli harvinaisempaa ulkotyötä tekevien vastaajien joukossa. Tieto työympäristön lämpötilasta tukee ymmärrystä siitä, milloin työtä on tarpeellista tauottaa tai järjestellä vähemmän raskaasti suorittavaksi.

Taulukko 16. Työpaikan kuumatyövalmiudet ulkona ja vain sisällä työskentelevien vastaajien keskuudessa (n=1888).

TYÖPAIKAN KUUMATYÖ- VALMIUDET	ULKOTYÖN MÄÄRÄ	KYLLÄ	EI	EN OSAA SANOA	EI OLEELLI- NEN TYÖNI KANNALTA
Valvotaanko työpaikallasi työpaikan lämpötilaa? ***	Joskus ulko- työtä:	53 %	30 %	12 %	5 %
	Ei ulkotyötä	61 %	18 %	16 %	5 %
Onko työpaikallasi tarvittaessa saatavilla henkilökohtaisia jäähdyttimiä tai puhaltimia?	Joskus ulko- työtä:	50 %	35 %	9 %	6 %
	Ei ulkotyötä:	50 %	31 %	11 %	8 %
Saatko tauottaa ja järjestellä työtäsi kuumassa työskentelyyn sopivaksi? ***	Joskus ulko- työtä:	59 %	25 %	8 %	9 %
	Ei ulkotyötä	56 %	15 %	7 %	22 %
Noudatetaanko työpaikallasi suosituksia taukojen pitämisestä kuumassa tai kylmässä työskenneltäessä? ***	Joskus ulko- työtä	48 %	26 %	13 %	13 %
	Ei ulkotyötä	43 %	16 %	16 %	25 %
Onko työpaikallasi järjestetty viileä tila, jossa on mahdolli- suus pitää taukoa esimerkiksi hellejakson aikana? ***	Joskus ulko- työtä	28 %	55 %	7 %	10 %
	Ei ulkotyötä	22 %	42 %	10 %	25 %
Onko työpaikallasi kiinnitetty esihenkilöiden tai työsuojelun toimesta huomiota suojainten käytön vaikeutumiseen kuumissa työoloissa? ***	Joskus ulko- työtä	28 %	36 %	18 %	18 %
	Ei ulkotyötä	17 %	27 %	18 %	37 %
Onko työpaikallasi keskusteltu helteellä työskentelyn aiheutta- mista työturvallisuusriskeistä? ***	Joskus ulko- työtä	58 %	31 %	4 %	7 %
	Ei ulkotyötä	39 %	29 %	5 %	26 %
Onko työpaikallasi annettu ohjeistusta tai koulutusta sään ääriolosuhteiden aikana työskente- lyyn (esim. helleaalto tai rankkasa- teet)? ***	Joskus ulko- työtä	34 %	38 %	13 %	15 %
	Ei ulkotyötä	20 %	38 %	12 %	30 %

***tilastollisesti merkitsevä ero, p<0,001.

Kuumatyövalmiuksien yleisyyttä tarkasteltiin myös sen mukaan, missä määrin kuumatyön haittojen arvioitiin koskevan vastaajan työpaikan toimialaa (jaottelu kuvattiin luvussa 3.3.2.). Ristiintaulukoinnin tulokset on raportoitu taulukossa 17. Kaikkien mitattujen kuumatyövalmiuksien ja työpaikan toimialan arvioitujen kuumatyöriskien välillä oli tilastollisesti merkitsevä yhteys ($p < 0,001$).

Työpaikoilla, joissa kuumatyön haitat ovat jo hyvin tunnistettuja, kuumatyövalmiuksista raportoiminen oli yleisempää lähes kaikilla mittareilla verrattuna työpaikkoihin, joissa riskit eivät ole yhtä hyvin tunnistettuja. Kuumatyövalmiuksista raportoitiin useammin myös niillä työpaikoilla, joissa kuumatyön riskit ovat mahdollisia verrattuna työpaikkoihin, joissa kuumatyöriskejä ei perinteisesti ole. Tulokset viittaavat siihen, että kuumatyövalmiuksia on jo kehitetty niillä työpaikoilla, missä työskennellään kuumissa työoloissa jo nyt tai missä ilmastonmuutoksen takia kuumassa työskentelyyn on arvioitu lisääntyvän.

Mahdollisuudesta tauottaa ja järjestellä työtä kuumassa työskentelyyn sopivaksi raportoi jopa 70 % tunnistettujen kuumatyön riskialojen vastaajista, kun muista vastaajaryhmistä asiasta raportoi noin joka toinen vastaaja. Työpaikan viileästä tilasta raportoi noin joka kolmas työntekijä, joka työskenteli työpaikalla, jossa kuumatyön riskit ovat jo tunnistettuja tai mahdollisia.

Kuumatyön riskialoilla työskentelevät raportoivat myös kuumatyövalmiuksien puutteesta. Joka neljäs vastaaja kertoi, että helteellä työskentelyn riskeistä ei ole keskusteltu työpaikalla. Samoin joka kolmas raportoi, ettei työpaikalla ole tarjottu koulutusta tai ohjeistusta sään ääriolosuhteiden, kuten helleaaltojen, aikana työskentelyyn. Tulokset vahvistavat taulukossa 16 tehtyjä havaintoja siitä, että kyseisillä työpaikoilla on puutteita kuumatyövalmiuksissa, vaikka kuumatyön riskien on arvioitu koskettavan niitä.

Kuumatyövalmiudet arvioitiin epäoleellisiksi useimmiten niiden vastaajien keskuudessa, joiden työpaikoille ilmastonmuutoksen seurauksena lisääntyvillä helteillä ei ole perinteisesti arvioitu olevan vaikutuksia.

Taulukko 17. Työpaikan kuumatyövalmiudet työpaikan toimialan arvioitujen ilmastonmuutoksen seurauksena lisääntyvien kuumatyöriskien mukaan (n=1888).

TYÖPAIKAN KUUMATYÖ- VALMIUDET	KUUMATYÖN ARVIOI- DUT RISKIT TOI- MIALALLA	KYLLÄ	EI	EN OSAA	EI OLEELLI- SANOA NEN TYÖNI KANNALTA
Valvotaanko työpaikallasi työpaikan lämpötilaa? ***	Tunnistettuja kuumatyön riskejä (n=140)	56 %	35 %	7 %	2 %
	Mahdollisia kuumatyön riskejä (n=929)	61 %	23 %	12 %	5 %
	Ei perinteisesti tunnistettuja kuumatyön riskejä (n=840)	56 %	19 %	19 %	6 %
Onko työpaikallasi tarvittaessa saatavilla henkilökohtaisia jäähdyttimiä tai puhaltimia? ***	Tunnistettuja kuumatyön riskejä (n=140)	55 %	33 %	9 %	3 %
	Mahdollisia kuumatyön riskejä (n=929)	58 %	29 %	7 %	5 %
	Ei perinteisesti tunnistettuja kuumatyön riskejä (n=840)	41 %	35 %	14 %	10 %
Saatko tauottaa ja järjestellä työtäsi kuumassa työskentelyyn sopivaksi? ***	Tunnistettuja kuumatyön riskejä (n=140)	70 %	12 %	7 %	11 %
	Mahdollisia kuumatyön riskejä (n=929)	57 %	22 %	8 %	14 %
	Ei perinteisesti tunnistettuja kuumatyön riskejä (n=840)	55 %	15 %	7 %	24 %
Noudatetaanko työpaikallasi suosituksia taukojen pitämisestä kuumassa tai kylmässä työskennellessä? ***	Tunnistettuja kuumatyön riskejä (n=140)	62 %	15 %	7 %	17 %
	Mahdollisia kuumatyön riskejä (n=929)	47 %	23 %	15 %	17 %
	Ei perinteisesti tunnistettuja kuumatyön riskejä (n=840)	39 %	15 %	16 %	30 %
Onko työpaikallasi järjestetty viileä tila, jossa on mahdollisuus pitää taukoa	Tunnistettuja kuumatyön riskejä (n=140)	32 %	45 %	8 %	15 %
	Mahdollisia kuumatyön riskejä (n=929)	27 %	50 %	10 %	14 %

esimerkiksi hellejakson aikana? ***	Ei perinteisesti tunnistettuja kuumatyön riskejä (n=840)	20 %	43 %	8 %	29 %
Onko työpaikallasi kiinnitetty esihenkilöiden tai työsuojelun toimesta huomiota suojainten käytön vaikeutumiseen kuumissa työoloissa? ***	Tunnistettuja kuumatyön riskejä (n=140)	39 %	31 %	16 %	15 %
	Mahdollisia kuumatyön riskejä (n=929)	24 %	37 %	20 %	19 %
	Ei perinteisesti tunnistettuja kuumatyön riskejä (n=840)	14 %	23 %	15 %	48 %
Onko työpaikallasi keskusteltu helteellä työskentelyn aiheuttamista työturvallisuusriskeistä? ***	Tunnistettuja kuumatyön riskejä (n=140)	56 %	26 %	5 %	13 %
	Mahdollisia kuumatyön riskejä (n=929)	53 %	26 %	5 %	15 %
	Ei perinteisesti tunnistettuja kuumatyön riskejä (n=840)	34 %	33 %	4 %	28 %
Onko työpaikallasi annettu ohjeistusta tai koulutusta sään ääriolosuhteiden aikana työskentelyyn (esim. helleaalto tai rankkasateet)? ***	Tunnistettuja kuumatyön riskejä (n=140)	32 %	38 %	15 %	16 %
	Mahdollisia kuumatyön riskejä (n=929)	27 %	38 %	13 %	22 %
	Ei perinteisesti tunnistettuja kuumatyön riskejä (n=840)	20 %	38 %	11 %	31 %

***tilastollisesti merkitsevä ero, $p < 0,001$.

4.2.3 Kuumatyön valmiudet ja yksilölliset tekijät

Kyselyn vastaajista 66 % (n=1263) koki kuumassa työskentelyn haittaavan työtehoa. Kyky ja mahdollisuudet suojautua kuumatyön haitoilta ja hillitä sen vaikutuksia työpaikalla on tarpeen etenkin niiden työntekijöiden keskuudessa, joiden työkykyä kuuma lämpötila heikentää. Työpaikkojen kuumatyövalmiuksia tarkasteltiin yhdessä vastaajan iän ja koulutustason kanssa niiden vastaajien keskuudessa, jotka arvioivat kuumassa työskentelyn työteholle haitalliseksi.

Taulukossa 18 raportoitu ikäryhmien välinen tarkastelu osoitti, että työpaikkojen kuumatyövalmiuksissa oli eroja ikäryhmien kesken. Työpaikkojen kuumatyövalmiuksien ja

vastaajan ikäryhmän välillä oli tilastollisesti merkitsevä yhteys lähes kaikkien mitattujen kuumatyövalmiuksien kohdalla.

Kyselyn vanhemmat ikäryhmät raportoivat muita useammin työpaikan valmiuksista. Esimerkiksi 55 % vanhimmasta vastaajaryhmästä arvioi, että työpaikalla noudatetaan taukosuosituksia kuumassa työskennellessä, kun taas nuorimmista vastaajista samoin koki vain 45 %. Vaikka kuumassa työskentelyn riskit ovat usein haitallisempia vanhemmille työntekijöille heidän mahdollisesti heikomman terveydentilansa vuoksi, työpaikalla kyseisillä vastaajilla oli jonkin verran useammin käytössä keinoja hillitä kuumatyön haittoja.

Vanhemmat vastaajat valitsivat muita harvemmin vastausvaihtoehdon "En osaa sanoa" työpaikan kuumatyövalmiuksista. Tulos indikoi, että vanhemmilla työntekijöillä on paremmin tietoa työpaikan valmiuksista. Nuorin vastaajaryhmä raportoi työpaikan kuumatyövalmiuksista muita harvemmin. Sama vastaajaryhmä myös valitsi muita useammin vastausvaihtoehdon "En osaa sanoa" kuumatyövalmiuksista tiedusteltaessa. Vaikka nuoremmille työntekijöille helteiden terveysriskit ovat yleisesti ottaen pienempiä, kyseisellä ryhmällä voi olla puutteita kyvyissä suojautua kuumassa työskentelyn haitoilta.

Taulukko 18. Ikäryhmien väliset erot työpaikkojen kuumatyövalmiuksissa (n=1263).

TYÖPAIKAN KUUMATYÖ- VALMIUDET	IKÄRYHMÄ	KYLLÄ	EI	EN OSAA	EI OLEELLI- SANOA	EI OLEELLI- NEN TYÖNI KANNALTA
Valvotaanko työpaikallasi työpaikan lämpötilaa? *	20–39 vuotta	58 %	25 %	14 %	2 %	
	40–54 vuotta	63 %	22 %	13 %	2 %	
	55–68 vuotta	61 %	27 %	10 %	2 %	
Onko työpaikallasi tarvittaessa saatavilla henkilökohtaisia jäähdyttimiä tai puhaltimia? **	20–39 vuotta	48 %	38 %	10 %	3 %	
	40–54 vuotta	58 %	33 %	7 %	2 %	
	55–68 vuotta	62 %	27 %	8 %	3 %	
Saatko tauottaa ja järjestellä työtäsi kuumassa työskentelyyn sopivaksi? **	20–39 vuotta	58 %	23 %	10 %	9 %	
	40–54 vuotta	67 %	23 %	4 %	6 %	
	55–68 vuotta	68 %	20 %	6 %	6 %	
Noudatetaanko työpaikallasi suosituksia taukojen pitämisestä kuumassa tai kylmässä työskentel- täessä? *	20–39 vuotta	45 %	25 %	19 %	11 %	
	40–54 vuotta	54 %	23 %	12 %	10 %	
	55–68 vuotta	55 %	22 %	13 %	11 %	
Onko työpaikallasi järjestetty viileä tila, jossa on mahdollisuus pitää taukoa esimerkiksi helle- jakson aikana? **	20–39 vuotta	26 %	53 %	11 %	11 %	
	40–54 vuotta	31 %	54 %	6 %	9 %	
	55–68 vuotta	22 %	62 %	7 %	9 %	
Onko työpaikallasi kiinnitetty esi- henkilöiden tai työsuojelun toimesta huomiota suojainten käytön vaikeu- tumiseen kuumissa työoloissa? *	20–39 vuotta	19 %	36 %	21 %	24 %	
	40–54 vuotta	26 %	36 %	17 %	21 %	
	55–68 vuotta	29 %	37 %	16 %	18 %	
Onko työpaikallasi keskusteltu helteellä työskentelyn aiheuttamista työturvallisuusriskeistä? *	20–39 vuotta	50 %	32 %	4 %	14 %	
	40–54 vuotta	54 %	27 %	4 %	15 %	
	55–68 vuotta	62 %	23 %	5 %	11 %	
Onko työpaikallasi annettu ohjeis- tusta tai koulutusta sään ääriolosuh- teiden aikana työskentelyyn (esim. helleaalto tai rankkasateet)?	20–39 vuotta	25 %	36 %	13 %	25 %	
	40–54 vuotta	29 %	41 %	12 %	18 %	
	55–68 vuotta	32 %	38 %	12 %	18 %	

*tilastollisesti merkitsevä ero, *p<0,05, **p<0,01.

Vastaajan koulutustason tarkastelu (taulukko 19) osoitti, että arviot työpaikan kuumatyövalmiuksista erosivat jossain määrin matalammin tai korkeammin koulutettujen keskuudessa. Erot olivat tilastollisesti merkitseviä lukuun ottamatta kahta mitattua

kuumatyövalmiutta. Ammatillisen koulutuksen tai alemman tutkinnon suorittaneet vastaajat raportoivat muita hieman useammin työpaikan kuumatyövalmiuksista, esimerkiksi henkilökohtaisten jäähdyttimien tai lämmittimien saatavuudesta (60 vs. 51 %). Vastaajaryhmä arvioi myös korkeammin koulutettuja vastaajia useammin, että työpaikalla noudatetaan taukosuosituksia kuumassa työskenneltäessä (56 vs. 47 %).

Samanaikaisesti matalamman koulutuksen suorittaneet työntekijät raportoivat muita useammin joidenkin mitattujen valmiuksien puutteista työpaikalla. Esimerkiksi noin joka kolmas vastaaja raportoi, että työpaikalla ei valvota työpaikan lämpötilaa (29 vs. 21 %) tai helteellä työskentelyn turvallisuusriskeistä ei ole keskusteltu (32 vs. 27 %). Jos kyseiset matalammin koulutetut vastaajat työskentelevät fyysisesti raskaissa töissä, tulokset viittaavat siihen, että tiedossa ja keinoissa kuumassa työskentelyn haittojen hillitsemiseen on puutteita.

Taulukko 19. Työpaikan kuumatyövalmiudet vastaajan koulutustason mukaan (n=1263).

TYÖPAIKAN KUUMATYÖ- VALMIUDET	VASTAAJAN KOULUTUSTASO	Kyllä	Ei	EN OLEELLI- SANOA EI OLEELLI- NEN TYÖNI KANNALTA	
				EN OSAAN	EI OLEELLI- NEN TYÖNI KANNALTA
Valvotaanko työpaikallasi työpaikan lämpötilaa? ***	Ammatillinen koulutus tai alempi	60 %	29 %	9 %	3 %
	Korkeakoulu-tutkinto	61 %	21 %	16 %	2 %
Onko työpaikallasi tarvittaessa saatavilla henkilökohtaisia jäähdyttimiä tai puhaltimia? **	Ammatillinen koulutus tai alempi	60 %	30 %	7 %	3 %
	Korkeakoulu-tutkinto	51 %	37 %	10 %	2 %
Saatko tauottaa ja järjestellä työtäsi kuumassa työskentelyyn sopivaksi?	Ammatillinen koulutus tai alempi	63 %	24 %	8 %	5 %
	Korkeakoulu-tutkinto	65 %	21 %	6 %	9 %
Noudatetaanko työpaikallasi suosituksia taukojen pitämisestä kuumassa tai kylmässä työskennellessä? ***	Ammatillinen koulutus tai alempi	56 %	25 %	12 %	7 %
	Korkeakoulu-tutkinto	47 %	21 %	18 %	14 %
Onko työpaikallasi järjestetty viileä tila, jossa on mahdollisuus pitää taukoa esimerkiksi hellejakson aikana? **	Ammatillinen koulutus tai alempi	30 %	56 %	7 %	7 %
	Korkeakoulu-tutkinto	23 %	55 %	10 %	12 %
Onko työpaikallasi kiinnitetty esihenkilöiden tai työsuojelun toimesta huomiota suojainten käytön vaikeutumiseen kuumissa työoloissa? ***	Ammatillinen koulutus tai alempi	29 %	40 %	16 %	15 %
	Korkeakoulu-tutkinto	19 %	33 %	20 %	28 %
Onko työpaikallasi keskusteltu helteellä työskentelyn aiheuttamista työturvallisuusriskeistä? **	Ammatillinen koulutus tai alempi	50 %	32 %	4 %	14 %
	Korkeakoulu-tutkinto	54 %	27 %	4 %	15 %
Onko työpaikallasi annettu ohjeistusta tai koulutusta sään ääriolosuhteiden aikana työskentelyyn (esim. helleaalto tai rankkasateet)?	Ammatillinen koulutus tai alempi	25 %	36 %	13 %	25 %
	Korkeakoulu-tutkinto	29 %	41 %	12 %	18 %

*tilastollisesti merkitsevä ero, **p<0,01, ***p<0,001.

5 Tulosten yhteenveto

Tutkimuksen ensimmäisenä tavoitteena oli määrittää, miten kuumassa ympäristössä työskentely vaikuttaa elimistön fysiologiseen kuormittumiseen ja koettuihin tuntemuksiin. Toisena tavoitteena oli arvioida kyselytutkimuksen vastausten perusteella suomalaisten työpaikkojen valmiuksia kuumassa työskentelyyn. Kolmantena tavoitteena oli tuottaa tutkimustulosten perusteella suositukset työn tauottamiseen kuumassa työympäristössä. Suositukset esitetään luvussa 7. Tässä osiossa vedetään yhteen laboratorio-mittauksissa ja kyselyaineiston analysoinnissa saatuja tutkimustuloksia.

- Kuormituksen lämpötila ja intensiteetti vaikuttivat syvälämpötilan nousunopeuteen ja palautumisaikaan. Raskaalla kuormalla syvälämpötilan nousu oli tilastollisesti nopeampaa kuin keskiraskaalla kuormalla ja syvälämpötilan palautuminen oli hitaampaa korkeammissa lämpötiloissa.
- Samalla intensiteetillä tehty työ oli kuumassa fyysisesti kuormittavampaa. Tämä näkyi korkeampana syketasona, energiankulutuksena ja koettuna kuormittuneisuutena kuumassa.
- Kuumassa kuormitus kumuloitui. Syketaso, energiankulutus ja koettu kuormittuneisuus nousivat toisen ja kolmannen kuormitusjakson aikana verrattuna ensimmäiseen. Kuumassa kuormitusjaksojen välissä oleva tauko ei ollut riittävä kuormituksesta palautumiseen, vaikka syvälämpötila laski halutulle tasolle. Esimerkiksi 40 °C lämpötilassa toisen palautumisjakson keskisyke pysyi korkeammalla tasolla ensimmäiseen palautumisjaksoon verrattuna.
- Lämpökuorman kumuloitumisesta kertoi syvälämpötilan nopeampi nousu erityisesti niissä tilanteissa, joissa sekä kuormituksen intensiteetti että lämpötila olivat korkeampia. Syvälämpötila myös palautui hitaammin, jos taustalla oli useampia kuormitusjaksoja.
- Kuumassa (30 ja 40 °C) tehdyn kuormituksen jälkeen palautuminen oli hitaampaa verrattuna neutraaliin lämpötilaan. Hitaampi palautuminen näkyi sykkeen hitaampana laskuna kuormituksen jälkeen ja heikompana koettuna palautumisena.
- Koetun kuormittuneisuuden arvion ja syketason välillä havaittiin positiivinen yhteys. Koetun kuormittuneisuuden ja syvälämpötilan välillä todettiin niin ikään positiivinen yhteys kaikissa muissa olosuhteissa paitsi keskiraskaalla kuormalla 30

°C lämpötilassa, mikä todennäköisesti johtuu vähäisistä koetun kuormittuneisuuden ja syvälämpötilan muutoksista kyseisessä olosuhteessa.

- Keskimääräinen ihon lämpötila pysyi lämpöviihtyisällä tasolla sekä keskiraskaan että raskaan kuormituksen aikana kaikissa tutkituissa ympäristön lämpötiloissa. Iholämpötila ylitti 40 °C lämpötilassa sekä keskiraskaan että raskaan kuormituksen aikana hetkellisesti 35 °C rajan, mikä koetaan epäviihtyisänä ja voi heikentää submaksimaalista aerobista suorituskykyä.
- Painon lasku oli keskiraskaassa kuormituksessa 0,6–1,9 % ja raskaassa kuormituksessa 1,0–2,0 %. Painon lasku 40 °C lämpötilassa oli merkitsevästi suurempaa verrattuna alempiin lämpötiloihin.
- Hermolihasjärjestelmän suorituskyky laski kuormituksen seurauksena. Suurinta maksimivoiman lasku oli 40 °C lämpötilassa suoritettujen kuormitusten seurauksena (keskiraskaalla kuormalla keskimäärin 3,1 % ja raskaalla 10,5 %).
- Suhteellinen lihasaktiivisuus oli suurinta 20 °C ja pienintä 40 °C lämpötilassa ja laski kuormituksen aikana kaikissa olosuhteissa. Lihasaktiivisuuden tasossa tai muutoksissa ei todettu tilastollisesti merkitseviä eroja eri olosuhteiden välillä. Lihasaktiivisuuden lasku kuormituksen aikana johtui todennäköisesti elimistön ydinlämpötilan noususta.
- Liharakenteen (pennaatiokulman) muutokset osoittivat lihaksen väsymistä kuormituksen aikana intensiteetistä tai ympäristön lämpötilasta riippumatta. Myös palautuminen oli samankaltaista olosuhteista riippumatta.
- Lämpötuntemuksen arviot olivat sitä korkeampia mitä korkeampi ympäristön lämpötila oli, mutta myös kuormituksen intensiteetti lisäsi koettua lämpötuntemusta. Kuormitusjaksojen väliset tauot riittivät pääsääntöisesti palauttamaan lämpötuntemuksen neutraaliksi ja lämpötuntemuksessa ei havaittu kumuloitumista kuormitusjaksojen aikana. Kuumassa tehty kuormitus koettiin lämpöviihtyvyyden osalta keskimäärin epämiellyttäväksi tai erittäin epämiellyttäväksi.
- Lämpökuormituksen aiheuttamalla elimistön fysiologisella kuormittumisella ei havaittu olevan systemaattisia vaikutuksia kognitiiviseen suoriutumiseen kuormituksen jälkeen. Tutkimusasetelma ei mahdollistanut kuormituskautaisen kognitiivisen suoriutumisen mittaamista, mutta todennäköisesti terveiden tutkittavien kognitiot palautuivat kuormituksesta varsin nopeasti.

- Palkansaajia edustavan kyselyaineiston analyysin avulla selvitettiin, että työpaikoilla Suomessa on jo erilaisia kuumatyövalmiuksia, joiden avulla helteiden vaikutuksia työkyvylle ja terveydelle voidaan hillitä tai estää.
- Ulkotyötä tekevät raportoivat vain sisällä työskenteleviä vastaajia useammin työpaikan kuumatyövalmiuksista. Työpaikan kuumatyövalmiuksista raportointi oli yleisempää myös niiden toimialojen työpaikoilla, joissa kuumatyön yleisyys on jo hyvin tunnistettua, tai missä sen arvioidaan lisääntyvän ilmastonmuutoksen seurauksena. Tulos viittaa siihen, että niillä työpaikoilla, missä työntekijät todennäköisemmin altistuvat kuumalle, on paremmat kuumatyövalmiudet. Kuumatyövalmiuksien kehittäminen on siis tähän mennessä jo toteutunut yleisemmin niillä työpaikoilla, missä työskennellään kuumassa.
- Vaikka kuumatyövalmiuksista raportointi oli yleisempää ulkotyötä tekevien ja kuumatyön riskialoilla työskentelevien vastaajien keskuudessa, osa kyseisiin riskiryhmiin kuuluvista raportoi, että työpaikalla ei ole mitattuja kuumatyövalmiuksia. Kuumatyövalmiuksissa on edelleen kehitettävää kyseisillä työpaikoilla.
- 66% kyselyaineiston vastaajista koki kuumassa työskentelyn haittaavan työtehoa.
- Ikäryhmien välinen tarkastelu osoitti, että vanhemmat työntekijäryhmät raportoivat useammin kysytyistä työpaikan kuumatyövalmiuksista. Vaikka korkeampi ikä on kuumien haittoja lisäävä riskitekijä, iäkkäämmät työntekijät tuntevat pääsääntöisesti nuorempia paremmin työpaikan kuumatyövalmiudet.
- Osa kyselyn vastaajista valitsi tietyistä kuumatyövalmiuksista tiedusteltaessa vastausvaihtoehdon "En osaa sanoa". Kysymyksestä riippuen esimerkiksi 4–20 % kuumatyön riskialoilla työskentelevistä vastaajista ei osannut sanoa onko työpaikalla mitattua kuumatyövalmiutta. Vastausvaihtoehdon valinta viittaa tiedon puutteisiin koskien kuumassa työskentelyn haittoihin varautumisesta työpaikalla.

6 Pohdinta

Tutkimuksen tulokset osoittavat, että kuumassa ympäristössä työskentely lisää merkittävästi fyysistä kuormittumista, mikä ilmenee korkeampana syketasona, energiankulutuksena ja koettuna kuormittuneisuutena. Kuormitus kumuloituu ja palautuminen on hitaampaa verrattuna neutraaliin lämpötilaan, erityisesti sykkeen laskun ja hermolihasjärjestelmän suorituskyvyn osalta. Kuumatyövalmiudet vaihtelevat suomalaisilla työpaikoilla ja valmiudet ovat yleensä paremmat siellä, missä kuumatyö on yleistä tai sen arvioidaan lisääntyvän ilmastonmuutoksen myötä. Kuitenkin joillakin riskialojen työpaikoilla kuumatyövalmiuksissa on edelleen kehitettävää ja tiedon puutteet estävät tehokkaan varautumisen kuuman työympäristön haittoihin.

Laboratoriotutkimuksen tavoitteena oli saada mahdollisimman luotettavaa tietoa fyysisen kuormituksen ja lämpökuorman yhteisvaikutuksista fysiologisiin muuttujiin. Tutkittaviksi valittiin 20–45-vuotiaita lähtökohtaisesti terveitä henkilöitä, joilla ei ollut kokemusta kuumatyöstä, jotta kuumaan adaptoituminen ei vaikuttaisi tuloksiin. Tutkittavilla ei myöskään ollut lämmönsäätelyyn tai työkykyyn vaikuttavia sairauksia tai lääkkeitä. Mittaukset ajoitettiin kevättalvelle ja loppusyksyyn, jolloin tutkittavat eivät olleet valmiiksi tottuneet kuumiin olosuhteisiin. Tutkittavien yläikärajaksi määriteltiin 45 vuotta, koska suorituskykytestien riskit nousevat sitä vanhemmissa ikäluokissa.

Kuumaan ympäristöön adaptoituminen vie yleensä noin seitsemän päivää, ja sen seurauksena kehon syvälämpötila ja syke laskevat levossa (36), mikä helpottaa kuumassa työskentelyä. Kuumaan adaptoituminen vaatii kuitenkin voimakasta tai pitkäkestoista lämpöaltistumista (37), mikä ei välttämättä Suomessa toteudu, varsinkaan jos suurin osa päivästä vietetään ilmastoiduissa sisätiloissa. Suomen ilmastossa on suuret lämpötilanvaihtelut, niin vuodenaikojen välillä kuin niiden sisälläkin, ja suuren vaihtelun on todettu heikentävän väestön sopeutumista (38, 39). Fyysinen kuormitus, kuten liikunta tai raskas työ, kuitenkin edesauttaa kuumaan adaptoitumista (37), joten kuormittavaa työtä kuumassa säännöllisesti tekevät ovat todennäköisesti paremmin kuumaan adaptoituneita.

Laboratoriotutkimuksen vakioidut olosuhteet eivät sisältäneet säteilylämpöä (esim. auringonsäteily, työkoneiden lämpösäteily), korkeaa ilmankosteutta tai raskaita suojavarusteita, jotka edelleen lisäävät työntekijän lämpökuormittumista. Tutkimusolosuhteissa ei ollut myöskään tuulen viilentävää vaikutusta. On tärkeää tunnistaa yksilökohtaiset lämmönsietokykyä heikentävät tekijät sekä työskentelyssä lämpökuormaa vähentävät ja sitä lisäävät tekijät. Lämmönsietokykyyn vaikuttaa adaptoitumisen lisäksi muun muassa ikä, sukupuoli, kehon koostumus, fyysinen kunto, sairaudet ja niiden lääkitykset, ja näiden

merkitystä on arvioitava aina työntekijäkohtaisesti. Tulevissa tutkimuksissa tulisi mitata työntekijöiden lämpökuormittumista autenttisissa työolosuhteissa.

Tämän tutkimuksen mittaustulokset osoittavat, että keskiraskas työ enintään 30 °C lämpötilassa ei välttämättä lisää fyysistä kuormittumista verrattuna neutraaliin lämpötilaan. Syvälämpötilan nousu- ja laskunopeus, keskimääräinen ja korkein saavutettu syvälämpötila, palautumisen syketaso ja kehonpainon muutos olivat kaikki samalla tasolla kuin samalla intensiteetillä viileämmässä 20 °C työskentelylämpötilassa. Lisäksi iholämpötilat pysyivät optimialueella ja keskimääräinen syketaajuus sekä energiankulutus pysyivät matalammalla tasolla kuin kuumemmassa tai raskaalla kuormalla. Tiettyyn pisteeseen asti ympäristön lämpötilan nousu voi olla jopa edullista suorituskyvyn kannalta, sillä lihasten toiminta on tehokkainta, kun lihasten lämpötila on noin 37–39 °C. Lämpö lisää lihasten voimaa ja voimantuottonopeutta, vähentää jäykkyyttä sekä parantaa verenkiertoa ja hermoimpulssien johtuvuutta. Kuitenkin kehon syvälämpötilan noustessa liikaa lihasten tahdonalainen hermostollinen aktivointi heikkenee. Tämä johtuu osittain fysiologisista häiriöistä, mutta voi olla myös elimistöä suojaava ylikuumenemistä estävä mekanismi (40).

Laboratoriotutkimuksessakin todettu 1–2 % kehon painon lasku vaikuttaa jo haitallisesti aerobiseen suorituskykyyn, heikentää tarkkaavaisuutta ja laskee vireystasoa (41). Kehon nestehukka, joka ilmenee painon laskuna, voi aiheuttaa merkittäviä fysiologisia muutoksia, kuten häiriöitä hengitys- ja verenkiertoelimistön, lämmönsäätelyn, aineenvaihdunnan ja keskushermoston toiminnassa (42–44). Nestehukka heikentää sekä fyysistä että kognitiivista suorituskykyä, lisää lämpöstressin riskiä ja voi johtaa päänsärkyyn, väsymykseen sekä huonontuneeseen tarkkaavaisuuteen (45, 46). Kahden prosentin painonlaskun on todettu laskevan pitkäkestoista toiminnallista työkykyä jopa 20 % (47). Kuumissa työskentely-ympäristöissä tulisikin kiinnittää huomiota riittävään nesteytykseen, jotta voidaan estää nestehukkaa ja siitä johtuvaa suorituskyvyn laskua.

Fysiologisten muuttujien lisäksi tutkittiin lämpötilaolosuhteiden ja fyysisen kuormituksen kombinaatioiden vaikutuksia kognitiiviseen suoriutumiseen. Aiempien tutkimusten perusteella kuumuus voi heikentää monella tavalla kognitiivista suorituskykyä (48, 49). Vähemmän kuitenkin tiedetään siitä, kuinka nopeasti kognitiivinen suorituskyky palautuu lämpökuormituksen jälkeen. Tässä tutkimuksessa kognitiivista suoriutumista arvioitiin aamulla ennen kuormitusta ja uudelleen noin 10 minuuttia viimeisen kuormituksen päättymisestä. Tilastollisesti merkitseviä lämpötilan ja kuormituksen aiheuttamia kognitiivisia vaikutuksia havaittiin palautumisen jälkeen hyvin vähän ja tulokset ovat osittain ristiriitaisia. Tulokset viittaavat siihen, että ainakin terveet ja nuoret tutkittavat todennäköisesti

palautuvat kognitiivisesti varsin nopeasti lämpökuormituksesta. Toisaalta on hyvä huomioida myös tutkimusasetelmaan liittyvät rajoitteet. Tässä tutkimusasetelmassa lämpökuormituksen kokonaispituus ei ollut erityisen pitkä ja tutkittavat pitivät taukoja kuormitusjaksojen välissä. Käytännön syistä varsinaista kuormituksen aikaista kognitiivista suoriutumista tai pitempikestoisen lämpökuormituksen vaikutuksia tiedonkäsittelyyn ei voitu mitata. Tässä tutkimuksessa kognitiiviset testit keskittyivät nopeutta painottaviin visumotorisiin tarkkaavuuden ja toiminnanohjauksen tehtäviin, eikä tulosten perusteella voida näin ollen arvioida lämpökuormituksen pitkittyneitä vaikutuksia esimerkiksi kielelliseen työmuistiin, uuden oppimiseen tai vaativampaan päätöksentekoon.

Maailman terveysjärjestön ja Maailman ilmatieteen järjestön tuoreen raportin (50) mukaan fysiologiselle lämpörasitukselle ovat erityisen alttiita työntekijät, jotka työskentelevät ulkona kuumimpaan aikaan ja suorittavat fyysisesti raskaita työtehtäviä ja/tai käyttävät suojavarusteita. Raportissa suositellaan kehittämään työpaikkojen toimintaohjeita ja suunnitelmia, joissa huomioidaan nimenomaan paikallinen ilmasto ja sääolosuhteet sekä työn ja työntekijöiden erityispiirteet. Erityisesti ikääntyneiden ja sairaiden työntekijöiden kuumassa tehtävän työn turvallisuuteen ja työkyvyn ylläpitoon tulisi kiinnittää huomiota. Raportissa kannustetaan tutkimukseen ja uusien toimintatapojen toteuttamiseen työpaikoilla. Tässä tutkimushankkeessa näkökulmana oli nimenomaan pohjoinen ilmasto, siihen adaptoituneet työntekijät ja uudet toimintaohjeet riskialueille.

Kyselyaineiston avulla tarkasteltiin työpaikoilla jo olemassa olevia toimintatapoja, joilla kuumatyön haittoja voidaan hillitä tai estää. Suomessa ei ole aiemmin tutkittu kattavan palkansaajapopulaatiota edustavan kyselyaineiston avulla työpaikkojen kuumatyövalmiuksia, vaikka lisääntyvän tiedon tarpeet aiheesta on tunnistettu niin kansainvälisesti (28, 50) kuin Suomessakin (16). Kyselyaineiston analyysien avulla pyrittiin määrittelemään kyselymuuttujien avulla mahdollisimman tarkasti sekä työntekijäryhmät, jotka työssään mahdollisesti altistuvat kuumassa työskentelylle, että vastaajan yksilölliset ominaisuudet, jotka voivat lisätä työntekijän haavoittuvuutta kuumien haittoille.

Kuten luvussa 5 todettiin, työpaikoilla on jo olemassa erilaisia kuumatyövalmiuksia, joilla lämpökuormituksen haittoja voidaan hillitä tai estää. Analyysi on kuitenkin toteutettu poikkileikkausaineistoa hyödyntämällä, joten kyselytulosten avulla ei voida arvioida kuumatyövalmiuksien ajallista kehitystä. Monet vastaajat, jotka mahdollisesti työskentelevät riskialttiissa kuumatyössä, raportoivat, ettei työpaikalla ole kyselyssä tiedusteltuja kuumatyövalmiuksia tai vastaajat eivät ole tietoisia niiden olemassaolosta. Työntekijöiden tiedonpuutteet viittaavat siihen, että kuumatyövalmiuksissa on edelleen paljon

kehitettävää työpaikoilla Suomessa. Kyselyaineiston analyysin avulla tuotettu tilannekuva kuumatyövalmiuksista, riskiryhmistä ja tiedon puutteista luo osaltaan lähtövalmiuksia kehitystyölle työpaikkojen kuumatyövalmiuksissa ja ilmastonmuutokseen sopeutumisessa.

Tutkimuksen laboratoriomittausten perusteella työn tauottaminen on tärkeä keino hallita kuormituksen terveyshaittoja. Kuitenkin kyselyaineiston analyysin tulokset osoittavat, että esimerkiksi joka neljäs joskus ulkotyötä tekevä raportoi, että hänellä ei ole mahdollisuutta tauottaa tai järjestellä työtä kuumassa työskentelyyn sopivaksi. Samoin joka neljäs ryhmän vastaaja arvioi, että työpaikalla ei noudateta kuumassa tai kylmässä työskentelyn taukosuosituksia. Vaikka riskiryhmien tunnistaminen kyselyaineiston valossa on suuntaa antavaa, tulokset viittaavat siihen, että työpaikkojen taukosuosituksien noudattamisessa sekä työntekijöiden työn järjestelymahdollisuuksissa on edelleen kehitettävää, jotta työnteko säilyy turvallisena ja terveellisenä myös helteiden lisääntyessä.

Tutkimuksen tavoitteena ei ollut arvioida, mikä mitattu kuumatyövalmius on tärkein. Mitatut toimet ovat keskenään myös melko erilaisia. Esimerkiksi viileän tilan järjestäminen voi vaatia investointeja, mutta sen sijaan työn järjestelyyn ja jäähdyttimien hankintaan liittyvät muutokset työpaikalla voi olla helpompi toteuttaa. Tulevissa tutkimuksissa olisi-kin tarpeen selvittää, miksi työpaikalla ei ole kysytyjä kuumatyövalmiuksia, vaikka kuumassa työn haitat koskevat kyseistä työpaikkaa, ja millaisia esteitä erilaisten kuumatyövalmiuksien käyttöönotolle on. Tutkimuksen toteuttaminen työpaikoilla osana työn arkea olisi myös olennainen keino saada lisää tietoa siitä, miten kuumatyövalmiudet toteutuvat käytännössä ja auttavatko ne hillitsemään tai estämään kuumatyön haittoja.

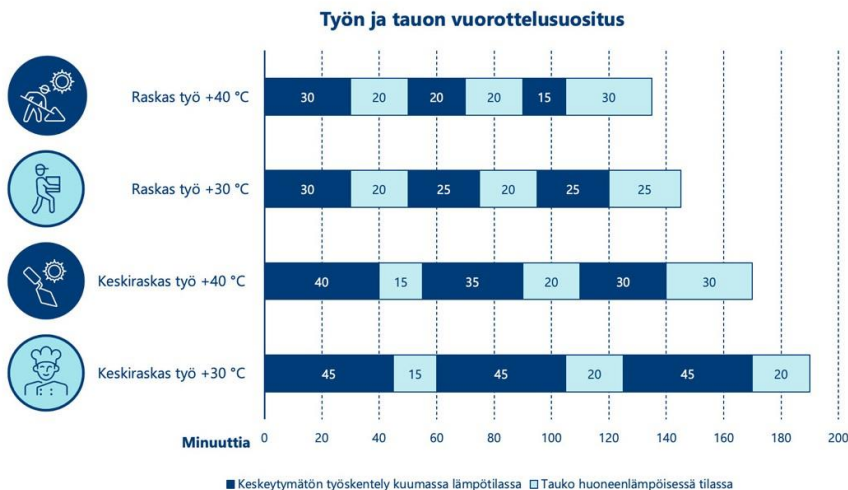
Kyselyaineiston analyysissä on myös rajoitteita. Kyselyaineistossa ei tiedusteltu ulkona työskentelyn vuodenajasta, kuumassa työskentelyn tekemisestä tai kestosta, työn fyysisestä kuormituksesta tai työpaikan ilmastoinnista. Näiden tietojen avulla kuumassa työskentelyn haittoja kokevan työntekijäryhmän tunnistaminen olisi ollut tarkempaa. Lisäksi työntekijän terveydentilaan tai kuntoon liittyvät tiedot olisivat auttaneet arvioimaan kuumatyön mahdollisia riskejä paremmin. Jatkotutkimuksessa sekä työpaikan kuormitustekijöistä että haitoilta suojaavista tekijöistä on tarpeen kysyä yksityiskohtaisemmin. Samoin työpaikan kuumatyövalmiuksiin voisi kehittää uusia muuttujia, esimerkiksi kysymyksiä työvaatteista, suorassa auringon paahteesta tai varjossa työskentelystä, veden juonnista tai työvuorosuunnittelusta kesähelteellä. Kuitenkaan palkansaajia edustavaa kyselytietoa kuumassa työskentelyn haitoilta suojautumisesta ei ole aiemmin tutkittu Suomessa, joten tutkimushankkeen tulokset luovat hyvän pohjatiedon jatkotutkimushankkeille.

7 Työn ja taukojen vuorottelusuositukset fyysisesti raskaaseen työhön kuumassa työympäristössä

Sosiaali- ja terveysministeriön ilmastonmuutokseen sopeutumisen suunnitelmassa 2021–2030 (16) suositeltiin toimenpiteitä ilmastonmuutoksen terveysvaikutusten huomiointiin työelämässä sekä esitettiin lähtökohtia käytännön kehittämistoimista. Suunnitelmassa on arvioitu, että työpaikoilla, työterveyshuollossa ja työsuojeluhallinnossa tarvitaan lisää tietoisuutta ja osaamista ilmastonmuutoksen terveysvaikutuksista. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa tietoa ilmastonmuutoksen seurauksena lisääntyvän lämpökuormituksen hallintakeinoista Suomessa.

Tutkimuksen tavoitteena oli laatia suositukset työn tauottamiseen kuumassa työympäristössä. Laboratoriotutkimuksen tulosten perusteella luotiin työn ja taukojen vuorottelusuositukset keskiraskaaseen ja raskaaseen työskentelyyn. Suositukset on tarkoitettu työhön, jossa työskennellään samalla intensiteetillä keskeytyksettä. Keskiraskaat ja raskaat työt edellyttävät fyysistä aktiivisuutta ja hyvää fyysistä kuntoa. Keskiraskas työ sisältää fyysistä aktiivisuutta, kuten kävelyä, nostamista ja työkalujen käyttöä, kun taas raskas työ vaatii merkittävää lihasvoimaa ja kestävyyttä. Keskiraskaita töitä ovat esimerkiksi leipomotyö, muuraus, metsän- ja puutarhanhoitotyöt ja maataloustyöt. Raskaita töitä ovat esimerkiksi lapiointi, raskaiden työkalujen käyttö, raskaiden kuormien nosto ja kantaminen sekä pelastajan raskaimmat työtehtävät (35). Fyysistä työtä tehdään usein vaihtelevissa ympäristöissä, kuten ulkona tai tehtaissa, joissa vaaditaan myös suojavaatteita ja -varusteita, ja nämä tekijät voivat edelleen lisätä fyysistä kuormitusta.

Uusissa suosituksissa taukojen määrä ja pituus määritellään ympäristön lämpötilan lisäksi kuumassa tehdyn työn kuormittavuuden mukaan (kuva 20). Raskas fyysinen työ nostaa elimistön lämpötilaa nopeammin kuin kevyt tai keskiraskas työ ja elimistö jäähtyy hitaammin raskaan työn jälkeen. Elimistön lämpökuorma kasvaa tauoista huolimatta, mutta sitä voidaan hidastaa pitämällä riittävästi taukoja. Keskiraskaassa työssä ensimmäinen työjakso saisi olla pituudeltaan enintään 40–45 minuuttia ja ensimmäisen tauon tulisi olla vähintään 15 minuuttia. Raskaassa työssä yhtämittainen työskentelyjakso voi olla enintään 30 minuuttia ja taukojen kesto vähintään 20 minuuttia. Työskentelyn jatkuessa ja lämpökuorman kasvaessa suositeltu työskentelyaika lyhenee ja tauko aika pitenee.



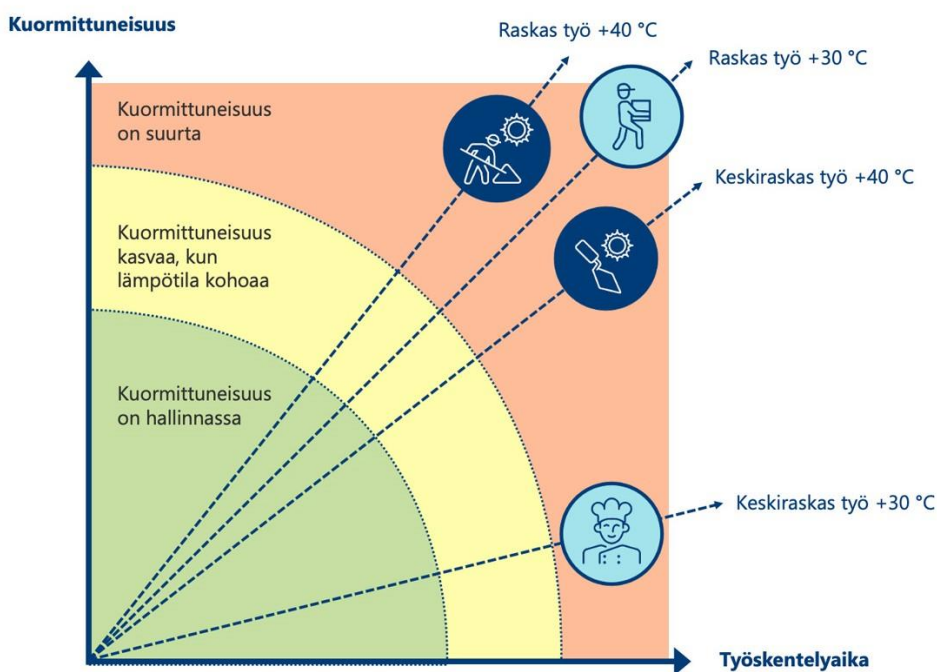
Kuva 20. Työn ja taukojen vuorottelusuositukset, kun tehdään keskeytymätöntä työtä kuumassa lämpötilassa ja tauotetaan huoneenlämmössä.

Työntekijä voi parantaa valmiuksiaan kuumassa työskentelyyn monin tavoin myös työajan ulkopuolella. Vapaa-ajalla on huolehdittava nestetasapainosta ja ravitsemustilasta, sekä hyvästä palautumisesta viileässä leväten. Elimistön normaalin nestetasapainon ylläpitäminen on keskeistä sekä terveyden että toimintakyvyn kannalta. Tämä edellyttää riittävää nesteen nauttimista, erityisesti olosuhteissa, joissa hikoilu lisääntyy. Nestevajeen ehkäisemiseksi on suositeltavaa juoda säännöllisesti pieniä määriä nestettä 20 minuutin välein, noin 0,8–1,0 litraa tunnissa. Kofeiinipitoisten juomien käyttöä tulee välttää, koska ne lisäävät kehon kuivumista. Lisäksi tulee huomioida, että nopeasti juotuna suuret määrät vettä voi aiheuttaa hyponatremiaa eli veren natriumpitoisuuden laskua. Ennakoiva nestetasapainosta huolehtiminen ja säännöllinen nesteen nauttiminen on erityisen tärkeää, jotta keho pysyy toimintakykyisenä myös kuumassa fyysisen kuormituksen aikana (44, 51, 52).

Kuumatyön riskejä voidaan vähentää työpaikoilla monin eri järjestelyin. Työvuoroja suunniteltaessa on huomioitava riittävä palautuminen työvuorojen välillä. Raskaita työvaiheita ulkotöissä tulisi välttää vuorokauden kuumimpina aikoina esimerkiksi erilaisilla työaika-järjestelyillä ja työnkierrolla. Yksi pitempi tauko keskellä työvuoroa vähentää lämpökuorman kertymistä. Työntekijöille tulisi olla viileä taukotila, jossa suoja- ja turvavarusteet voi poistaa tauon ajaksi. Tauon aikana tulisi välttää fyysistä aktiivisuutta. On myös hyvä

kiinnittää huomiota työvaatteiden ja muiden varusteiden materiaaleihin, jotta ne olisivat kuumassa työskentelyyn sopivia. Hikoilu on kehon tärkein viilennysmekanismi, joka perustuu hien haihtumiseen iholta, mikä taas sitoo lämpöenergiaa. Jos tämä estetään hengittämättömillä vaatteilla, alkaa elimistön lämpötila nousta.

Suositukset on koottu huoneentauluiksi, jotka ovat vapaasti saatavilla Työterveyslaitoksen kuumatyön teemasivuilta (2). Huoneentauluja on laadittu kaksi; työntekijöille (liite 4) sekä työnantajille ja esihenkilöille (liite 5). Työntekijöille suunnatussa huoneentaulussa on visualisoitu sitä, kuinka sekä työkuormituksen intensiteetti että työskentelylämpötila liisäävät työn kuormittavuutta (kuva 21).



Kuva 21. Työn kuormittavuus kasvaa, kun työ on fyysisesti raskasta ja sitä tehdään kuumassa työskentely-ympäristössä.

Tämänhetkisten suositusten mukaan työpaikan lämpötilan ylittäessä 28 °C työnantajan on rajoitettava työntekijöiden altistumisaikaa kuumalle. Työpaikan ilman lämpötilan ollessa 28–33 °C yhden työskentelyjakson pituus saa olla enintään 50 minuuttia tunnissa,

kun taas lämpötilan ylittäessä 33 °C pisin yhtämittainen työskentelyjakso saa olla enintään 45 minuuttia tunnissa. Näissä tilanteissa työntekijän olisi siis voitava tehdä työtä 10–15 minuuttia tuntia kohden viileämmässä työtilassa tai vaihtoehtoisesti tauottaa työtään viileässä (20). Nämä suositukset sopivat edelleen myös fyysisesti kuormittaviin töihin, joissa työ on keskiraskasta ja työskentelylämpötila on korkeintaan 30 °C. Fyysisesti raskaissa töissä ja kuumemmissa lämpötiloissa aiemmat työn ja taukojen vuorottelusuositukset eivät ole riittävät palauttamaan syvälämpötilaa turvalliselle tasolle, sillä tämän tutkimuksen laboratoriomittausten perusteella raskaassa kuormituksessa syvälämpötila nousee yli 38 °C jo puolessa tunnissa ja riittävän pituisen tauonkin jälkeen syvälämpötila nousee aiempaa nopeammin.

Tässä hankkeessa kehitetyt työn ja taukojen vuorottelusuositukset ottavat huomioon ympäristön lämpötilan lisäksi työskentelyn intensiteetin. Myös Sotilas kuumassa -hankkeen (51) taisteluharjoitusten tauotussuositukset huomioivat sekä kuormituksen intensiteetin että ympäristön lämpötilan. Kohtalaisen kuormittavassa työssä 29,5–31 °C lämpötilassa taisteluharjoitusten tauotussuositus on 40 minuuttia työtä ja 20 minuuttia taukoa. Raskaassa työssä samassa lämpötilassa suositellaan 30 minuuttia työtä ja 30 minuuttia taukoa. Molempien työskentelyintensiteettien suositukset vastaavat läheisesti tässä hankkeessa 30 °C lämpötilaan laadittuja työn ja taukojen vuorottelusuoituksia. Yli 32 °C lämpötilassa suoritetuissa taisteluharjoituksissa suositellaan kuitenkin huomattavasti lyhyempiä työskentelyjaksoja ja pidempiä taukoja verrattuna tämän hankkeen suosituksiin: kohtalaisen kuormittavassa työssä työn ja tauon suhteeksi suositellaan 40/20 minuuttia ja raskaassa työssä 10/50 minuuttia. Ero suosituksissa voi johtua siitä, että kuumissa olosuhteissa tehdyissä taisteluharjoituksissa palautuminen tapahtuu samassa lämpötilassa kuin harjoitus, eikä suojaruustusta välttämättä voida vähentää tauon ajaksi, mikä heikentää lämmönpoistoa. Kuumassa työskentelyn suositukset taas on tehty olettaen, että tauot vietetään huoneenlämpöisessä tilassa. Jos tauotkin vietetään työskentelylämpötilassa, tulisi taukojen kestoa pidentää.

Suomessa työperäisiä lämpösairauksia ei tällä hetkellä rekisteröidä, vaikka lämpöolot kuuluvat työpaikkaselvitysten piiriin. Mikäli työssä ilmenee lämpösairauksia, ne tulisi tutkia ja rekisteröidä systemaattisesti. Lisäksi kuumatyötä tekevien lukumäärä ja sen mahdollinen kasvu tulisi tilastoida tarkasti, jotta voidaan seurata ilmastonmuutoksen vaikutuksia työelämässä. Kuormittumisen arvioinnissa työntekijän oma kokemus on tärkeä: syvälämpötilaa on vaikea arvioida ilman mittalaitteita, mutta laboratoriotutkimuksen mukaan koettu kuormittuneisuus on yhteydessä sekä syvälämpötilaan. Työntekijän oma

arvio kuormituksesta voi siten toimia hyödyllisenä ja suuntaa antavana mittarina lämpökuormituksen hallinnassa.

Tässä hankkeessa luodut työn ja taukojen vuorottelusuositukset soveltuvat parhaiten pohjoisiin olosuhteisiin, missä kuumaan tottumaton henkilö joutuu työskentelemään kuumissa työympäristöissä esimerkiksi kesän hellejaksojen aikana tai kun työntekijä aloittaa uuden kuumatyön. On huomioitava, että edellä kuvattuja suosituksia ei ole laadittu kokonaiselle työpäivälle. Tutkimustulosten perusteella elimistön lämpötila palautuu levossa lähtötasolleen noin 45–60 minuutissa, joten tämän perusteella voidaan suositella yhtä pidempää taukoa keskelle työvuoroa. Luontevimmin tämä tauko toteutuu esimerkiksi lounastauon yhteydessä. Tässä tutkimushankkeessa luotujen suositusten mukaisen työn ja taukojen vuorottelun vaikutuksia työntekijöiden lämpökuormittumiseen tulisi tutkia autenttisissa työolosuhteissa ja kokonaisten työpäivien aikana.

8 Hankkeen viestintä

Hankkeesta on viestitty seuraavissa kanavissa ja julkaisuissa:

- Hankkeen esittelysivu Työterveyslaitoksen internetsivuilla: <https://www.ttl.fi/tutkimus/hankkeet/kuumatyön-riskien-hallintaa-työpaikoille-heatfit>
- Hankkeen esittely kansainvälisen yhteistyökumppanin vierailun aikana 28.8.2023. "Risk management during working in hot environment - Work-rest cycle and recovery recommendations for workplaces"
- YLE Pohjois-Suomen uutiset 30.5.2024. Jutta Karkulehdon haastattelu. YLE, Pohjois-Suomen uutiset. 30.5.2024
- YLE 30.5.2024. "Miika Vihavainen testasi, kuinka keho kestää töissä hellettä – yli-kuumeni puolessa tunnissa" <https://yle.fi/a/74-20091173>
- Työterveyslaitoksen blogi 13.6.2024. Karkulehto J "Kuumien työpäivien määrä lisääntyy" <https://www.ttl.fi/ajankohtaista/blogi/kuumien-työpaivien-maara-lisaantyy>
- Työterveyslaitoksen blogi 13.6.2025. Karkulehto J "Kuumuus on työsuojelukysymys" <https://www.ttl.fi/ajankohtaista/blogi/kuumuus-on-tyosuojelukysymys>
- Työterveyslaitoksen kuumatyön teemasivut: Kuumatyön uudet suositukset esihenkilöille, työnantajille ja työsuojeluun. "Parempaa kuumatyön riskien hallintaa työpaikoille" <https://www.ttl.fi/sites/default/files/2025-06/parempaa-kuumatyön-riskien-hallintaa-työpaikoille.pdf>
- Työterveyslaitoksen kuumatyön teemasivut: Kuumatyön uudet suositukset työntekijöille. "Kuumatyön kuormittavuus ja hallinta työpaikoilla" https://www.ttl.fi/sites/default/files/2025-06/huoneentaulu_kuumatyön-kuormittavuus-ja-hallinta-työpaikoilla.pdf
- Sähköliitto, Vasama-lehti 13.6.2025. "Helteitä luvassa? Kuumatyöhön uusia suosituksia" <https://sahkoliitto.fi/ajankohtaista/helteita-luvassa-kuumatyöhön-uusia-suosituksia/>
- Helsingin Sanomat 14.7.2025. "Kuumuus pehmentää aivoja" <https://www.hs.fi/tiede/art-2000011259515.html>
- Nokian Uutiset 16.7.2025 "Helle pehmentää aivoja" <https://www.nokianuutiset.fi/elamanmeno/art-2000011368915.html>

- Kankaanpään Seutu 19.7.2025 "Helle pehmentää aivoja" <https://www.kankaan-paanseutu.fi/elamanmeno/art-2000011369207.html>
- MTV3 Kymmenen uutiset 15.7.2025. "Helteet tietävät erityisjärjestelyjä monilla työpaikoilla" <https://www.mtv.fi/video/278088512f275a250e20>
- YLE Uutiset Lappi radiouutiset ja tv-lähetys, Uutis-Suomi-lähetys 23.7.2025
- YLE 23.7.2025. "Uusi suositus helteessä työskenteleville – työnantaja: "Tauot vaikuttavat pitkiltä" <https://yle.fi/a/74-20173933>
- YLE 24.7.2025. "Työterveyslaitos suosittelee nyt jopa 20 minuutin taukoja töihin – saatko sinä pitää taukoja helteellä?" <https://yle.fi/a/74-20174130>
- YLE Uutiset Uusimaa 24.7.2025. "Työterveyslaitos on antanut tänä kesänä uudet suositukset kuumassa työskentelemiseen"
- Verkkouutiset 24.7.2025. "Raskas työ helteellä voi olla hengenvaarallista – Yle: Uudet suositukset käyttöön" <https://www.verkkouutiset.fi/a/raskas-tyo-helteella-voi-olla-hengenvaarallista-yle-uudet-suositukset-kayttoon/#175aa801>
- YLE Uutiset Etelä-Savo 25.7.2025. "Työterveyslaitoksen tuoreissa suosituksissa kuumassa tehtävän työn taukojen määrää ja pituutta on lisätty tuntuvasti"
- YLE Keski-Suomi 25.7.2025. "Työterveyslaitos on tänä kesänä antanut uudet suositukset kuumassa työskentelemiseen"
- Keskipohjanmaa 25.7.2025. "Helle on pakollinen paha konepajalla: "Vissyt talon puolesta"" <https://www.keskipohjanmaa.fi/artikkeli/helle-on-pakollinen-paha-konepajalla-vissyt-talon-puolesta>
- YLE Radio Uutisviikko selkosuomeksi 26.7.2025 "Työterveyslaitoksen uudet suositukset työhön kuumassa säässä" <https://yle.fi/a/74-20174351>
- YLE:n Instagram-julkaisu 28.7.2025 "Työterveyslaitos on julkaissut tänä kesänä uudet suositukset kuumassa työskentelemiseen" <https://www.instagram.com/reel/DMpyay1sg4m/>
- Lapin Kansa Lukijalta: mielipidekirjoitus Merli Juustila, vastuullisuusasiantuntija, Keskuskauppakamari 5.8.2025. "Vastuullinen työnantaja suojelee työntekijöitä myös helteellä" <https://www.lapinkansa.fi/vastuullinen-tyonantaja-suojelee-tyontekijoita-myo/11725349>

- Ilkka-Pohjalainen Lukijalta: mielipidekirjoitus Merli Juustila, vastuullisuusasiantuntija, Keskuskauppakamari 8.8.2025. "Vastuullinen työnantaja suojelee työntekijöitä myös helteellä" <https://www.ilkkapohjalainen.fi/vastuullinen-tyonantaja-suojelee-tyontekijoita-myo/12100569>
- Hankkeen loppuseminaari Asfaltin palautepäivillä 13.11.2025
- Hankkeessa toteutettiin maksullista ja kohdennettuja sosiaalisen median markkinointitoimia. Kohderyhmänä olivat työsuojeleminen ammattilaiset, työpaikkojen päättäjät ja esihenkilöt, sekä ammattiryhmät, jotka työskentelevät kuumassa. Alkukesän kampanja 4.-11.6.2025 keräsi LinkedInissä 20 744 ja Facebookissa 83 452 mainoksen näyttökertaa. Syksyn kampanjassa 18.-31.8.2025 saavutettiin LinkedInissä 15 372 ja Facebookissa 74 761 mainoksen näyttökertaa.

Lähteet

1. Eurofound (2025) European Working Conditions Survey 2024: First findings. Publications Office of the European Union. <https://www.eurofound.europa.eu/en/publications/all/european-working-conditions-survey-2024-first-findings>
2. Työterveyslaitos (2025) Kuumassa työskentely. <https://www.ttl.fi/teemat/tyoturvallisuus/kuumassa-tyoskentely>
3. Eurofound (2015) European Working Conditions Survey 2015. <https://www.eurofound.europa.eu/en/surveys-and-data/surveys/european-working-conditions-survey/ewcs-2015>
4. Lundgren K, Kuklane K, Gao C, Holmér I (2013) Effects of heat stress on working populations when facing climate change. *Ind Health* 51(1): 3–15. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2012-0089>
5. Näyhä S (2005) Environmental temperature and mortality. *Int J Circumpolar Health* 64(5): 451–458. <https://doi.org/10.3402/ijch.v64i5.18026>
6. de' Donato FK, Leone M, Scortichini M, De Sario M, Katsouyanni K, Lanki T, Basagaña X, Ballester F, Åström C, Paldy A, Pascal M, Gasparrini A, Menne B, Michelozzi P (2015) Changes in the Effect of Heat on Mortality in the Last 20 Years in Nine European Cities. Results from the PHASE Project. *Int J Environ Res Public Health* 12(12): 15567–15583. <https://doi.org/10.3390/ijerph121215006>
7. Näyhä S (2007) Heat mortality in Finland in the 2000s. *Int J Circumpolar Health* 66(5): 418–424. <https://doi.org/10.3402/ijch.v66i5.18313>
8. Adam-Poupart A, Labrèche F, Smargiassi A, Duguay P, Busque M-A, Gagné C, Zayed J (2013) Impact of climate change on occupational health and safety (Rapport n. R-775). IRSST (Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail). <https://pharesst.irsst.qc.ca/rapports-scientifique/310>
9. Jylhä K, Jokisalo J, Ruosteenoja K, Pilli-Sihvola K, Kalamees T, Seitola T, Mäkelä HM, Hyvönen R, Laapas M, Drebs A (2015) Energy demand for the heating and cooling of residential houses in Finland in a changing climate. *Energy Build* 99: 104–116. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.04.001>

10. Ruosteenoja K, Räisänen J, Venäläinen A, Kämäräinen M (2015) Projections for the duration and degree days of the thermal growing season in Europe derived from CMIP5 model output. *Int J Climatol* 36(8): 3039–3055. <https://doi.org/10.1002/joc.4535>
11. Taylor NA (2006) Challenges to temperature regulation when working in hot environments. *Ind Health* 44(3): 331–344. <https://doi.org/10.2486/indhealth.44.331>
12. Cheung SS, Lee JK, Oksa J (2016) Thermal stress, human performance, and physical employment standards. *Appl Physiol Nutr Metab* 41(6 Suppl 2): S148–S164. <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0518>
13. Toomingas A, Mathiassen SE, Tornqvist EW (2012) *Work, Working Life, Occupational Physiology*. Teoksessa A Toomingas, SE Mathiassen, EW Tornqvist (toim.) *Occupational physiology*. Boca Raton (FL): CRC Press, s. 1–18.
14. Martínez-Solanas È, López-Ruiz M, Wellenius GA, Gasparrini A, Sunyer J, Benavides FG, Basagaña X (2018) Evaluation of the Impact of Ambient Temperatures on Occupational Injuries in Spain. *Environ Health Perspect* 126(6): 067002. <https://doi.org/10.1289/EHP2590>
15. Schulte PA, Bhattacharya A, Butler CR, Chun HK, Jacklitsch B, Jacobs T, Kiefer M, Lincoln J, Pendergrass S, Shire J, Watson J, Wagner GR (2016) Advancing the framework for considering the effects of climate change on worker safety and health. *J Occup Environ Hyg* 13(11): 847–865. <https://doi.org/10.1080/15459624.2016.1179388>
16. Meriläinen P, Paunio M, Kollanus V, Halonen J, Tuomisto J, Virtanen S, Karvonen S, Hemminki E, Kuusipalo H, Koivula R, Mäkelä H, Huusko S, Voutilainen L, Huldén L, Raulio S, Keskimäki I, Partonen T, Mänttari S, Viitanen A-K, Kangas P, Sarlio S, Lyyra K, Viljamaa S, Mukala K (2021) Ilmastonmuutos sosiaali- ja terveyssektorilla – Sosiaali- ja terveysministeriön ilmastonmuutokseen sopeutumisen suunnitelma (2021–2031). Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisuja 2021/20. <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2021060734402>
17. Työturvallisuuslaki (738/2002) <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>
18. Valtioneuvoston asetus työpaikkojen turvallisuus- ja terveysvaatimuksista (577/2003) <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2003/20030577>

19. Valtioneuvoston asetus terveystarkastuksista erityistä sairastumisen vaaraa aiheuttavissa töissä (1485/2001) <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20011485>
20. Työsuojelu.fi (2024) Lämpöolot. <https://tyosuojelu.fi/tyoolot/fysikaaliset-tekijat/lam-poolot>
21. Bonjer FH (1971) Energy Expenditure. Teoksessa L Parmeggiana (toim.) Encyclopedia of Occupational Health and Safety. 1. painos. Geneve: International Labour Organization (ILO), s. 458–460.
22. Gavhed D (2012) Work in Heat and Cold. Teoksessa A Toomingas, SE Mathiassen, EW Tornqvist (toim.) Occupational physiology. Boca Raton (FL): CRC Press, s. 237–269.
23. Hymczak H, Gołąb A, Mendrala K, Plicner D, Darocha T, Podsiadło P, Hudziak D, Gocoł R, Kosiński S (2021) Core Temperature Measurement-Principles of Correct Measurement, Problems, and Complications. Int J Environ Res Public Health 18(20): 10606. <https://doi.org/10.3390/ijerph182010606>
24. Borg GA (1982) Psychophysical bases of perceived exertion. Med Sci Sports Exerc 14(5): 377–381.
25. International Organization for Standardization (ISO) (2019) Ergonomics of the physical environment — Subjective judgement scales for assessing physical environments (ISO 10551:2019). <https://www.iso.org/standard/67186.html>
26. Paajanen T, Hublin C, Heikkinen A-L, Gluschkoff K, Valtonen T, Virkkala J, Polvi P, Saari T, Tikkanen V, Suhonen N, Hänninen T, Remes A, Koivisto A, Krüger J (2022) Tiedonkäsittelyn heikentymät ja työkyky. Työterveyslaitos Tietoa työstä -raportti. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-391-039-3>
27. Työterveyslaitos (2021) Tutkimustiedote: Ilmastonmuutos ja työ -kysely. <https://www.ttl.fi/tutkimus/kaikki-tutkimushankkeet/tutkimustiedote-ilmastonmuutos-ja-tyo-kysely>
28. European Agency for Safety and Health at Work (2023) Heat at work - guidance for workplaces. <https://oshwiki.osha.europa.eu/en/themes/heat-work-guidance-workplaces>
29. De Sario M, de'Donato FK, Bonafede M, Marinaccio A, Levi M, Ariani F, Morabito M, Michelozzi P (2023) Occupational heat stress, heat-related effects and the related

- social and economic loss: a scoping literature review. *Front Public Health* 11: 1173553. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1173553>
30. Kollanus V, Halonen J, Meriläinen P, Lanki T (2022) Helteen vaikutukset ja varautuminen perusterveydenhuollon ja erikoissairaanhoidon sairaaloissa. *Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. Työpaperi 27/2022*. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-343-877-4>
31. Lahdensivu J, Pakkala T, Pikkuvirta J, Räsänen A, Alastalo S, Karvonen A, Täubel M, Pekkanen J, Juntunen M, Velashjerdi Farahani A, Jokisalo J, Kosonen R, Jylhä K, Lanki T, Leino O, Kollanus V (2023) Rakennusten kosteusvauriot ja yllämpeneminen muuttuvassa ilmastossa – RAIL. *Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2023:2*. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-278-7>
32. Van Someren EJ (2007) Thermoregulation and aging. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 292(1): R99–R102. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00557.2006>
33. Warren JR, Hoonakker P, Carayon P, Brand J (2004) Job characteristics as mediators in SES-health relationships. *Soc Sci Med* 59(7): 1367–1378. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2004.01.035>
34. Lotens WA (1988) Comparison of thermal predictive models for clothed humans. *ASHRAE Trans* 94: 1321–1340.
35. Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett DR Jr, Tudor-Locke C, Greer JL, Vezina J, Whitt-Glover MC, Leon AS (2011) 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Med Sci Sports Exerc* 43(8): 1575–1581. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31821ece12>
36. Tyler CJ, Reeve T, Hodges GJ, Cheung SS (2016) The Effects of Heat Adaptation on Physiology, Perception and Exercise Performance in the Heat: A Meta-Analysis. *Sports Med* 46(11): 1699–1724. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0538-5>
37. Taylor NA (2014) Human heat adaptation. *Compr Physiol* 4(1): 325–365. <https://doi.org/10.1002/cphy.c130022>
38. Guo Y, Gasparrini A, Armstrong BG, Tawatsupa B, Tobias A, Lavigne E, Coelho MS, Pan X, Kim H, Hashizume M, Honda Y, Guo YL, Wu CF, Zanobetti A, Schwartz JD, Bell ML, Overcenco A, Punnasiri K, Li S, Tian L, Saldiva P, Williams G, Tong S (2016) Temperature Variability and Mortality: A Multi-Country Study. *Environ Health Perspect* 124(10): 1554–1559. <https://doi.org/10.1289/EHP149>

39. Shi L, Kloog I, Zanobetti A, Liu P, Schwartz JD (2015) Impacts of Temperature and its Variability on Mortality in New England. *Nat Clim Chang* 5: 988–991. <https://doi.org/10.1038/nclimate2704>
40. Racinais S, Oksa J (2010) Temperature and neuromuscular function. *Scand J Med Sci Sports* 20 Suppl 3: 1–18. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01204.x>
41. Watson P, Whale A, Mears SA, Reyner LA, Maughan RJ (2015) Mild hypohydration increases the frequency of driver errors during a prolonged, monotonous driving task. *Physiol Behav* 147: 313–318. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2015.04.028>
42. Desai Y, Khraishah H, Alahmad B (2023) Heat and the Heart. *Yale J Biol Med* 96(2): 197–203. <https://doi.org/10.59249/HGAL4894>
43. Mukhopadhyay A, Haque Mondol M, Rahman M, Unicomb L, Khan R, Mazumder H, Nahian Ferdous M, Pickering EV, Makris KC, Caban-Martinez AJ, Ahmed F, Shamsudduha M, Mzayek F, Jia C, Zhang H, Musah A, Fleming LE, Smeltzer MP, Chang HH, Jefferies JL, Kovesdy CP, Mou X, Mohd Naser A (2025) The direct and urinary electrolyte-mediated effects of ambient temperature on population blood pressure: A causal mediation analysis. *Environ Int* 195: 109208. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.109208>
44. Périard JD, Eijsvogels TMH, Daanen HAM (2021) Exercise under heat stress: thermoregulation, hydration, performance implications, and mitigation strategies. *Physiol Rev* 101(4): 1873–1979. <https://doi.org/10.1152/physrev.00038.2020>
45. Arca KN, Halker Singh RB (2021) Dehydration and Headache. *Curr Pain Headache Rep* 25(8): 56. <https://doi.org/10.1007/s11916-021-00966-z>
46. Millard-Stafford ML, Brown MB, Wittbrodt MT (2025) Perspectives on enhancing human performance in the heat: Is the solution to simply "just add water"? *Sports Med Health Sci* 7(5): 317–328. <https://doi.org/10.1016/j.smhs.2024.12.001>
47. Kauranen K (2022) Kuormitusfysiologia. 2. painos. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu 176. Turenki: Liikuntatieteellinen Seura, s. 495.
48. Hancock PA, Vasmatzidis I (2003) Effects of heat stress on cognitive performance: the current state of knowledge. *Int J Hyperthermia* 19(3): 355–372. <https://doi.org/10.1080/0265673021000054630>

49. Mazloumi A, Golbabaee F, Mahmood Khani S, Kazemi Z, Hosseini M, Abbasinia M, Farhang Dehghan S (2014) Evaluating Effects of Heat Stress on Cognitive Function among Workers in a Hot Industry. *Health Promot Perspect* 4(2): 240–246. <https://doi.org/10.5681/hpp.2014.031>
50. World Meteorological Organization (2025) Climate change and workplace heat stress. <https://wmo.int/publication-series/climate-change-and-workplace-heat-stress>
51. Lindholm H, Rintamäki H, Rissanen S, Simonen R, Mäkinen T, Kyröläinen H, Holsen M, Mäntysaari M, Nyman K, Heinonen T, Virtala M, Pihlainen K, Santtila M (2011) Sotilas kuumassa - toimintakyvyn turvaaminen sekä seulontamenetelmän kehittäminen. Loppuraportti.
52. Sawka MN, Cheuvront SN, Kenefick RW (2015) Hypohydration and Human Performance: Impact of Environment and Physiological Mechanisms. *Sports Med* 45 (Suppl 1): S51–S60. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0395-7>

Liitteet

LIITE 1. Koetun kuormittuneisuuden arviointiin käytetty RPE-taulukko (Rating of Perceived Exertion).

KOETTU KUORMITTUNEISUUS (RPE)

6	EI RASITUSTA
7	ERITTÄIN KEVYT
8	
9	HYVIN KEVYT
10	
11	KEVYT
12	
13	MELKO RASITTAVA
14	
15	RASITTAVA
16	
17	HYVIN RASITTAVA
18	
19	ERITTÄIN RASITTAVA
20	MAKSIMAALINEN RASITUS

LIITE 2. Lämpötuntemuksen ja -viihtyvyyden arviointiin käytetyt taulukot.

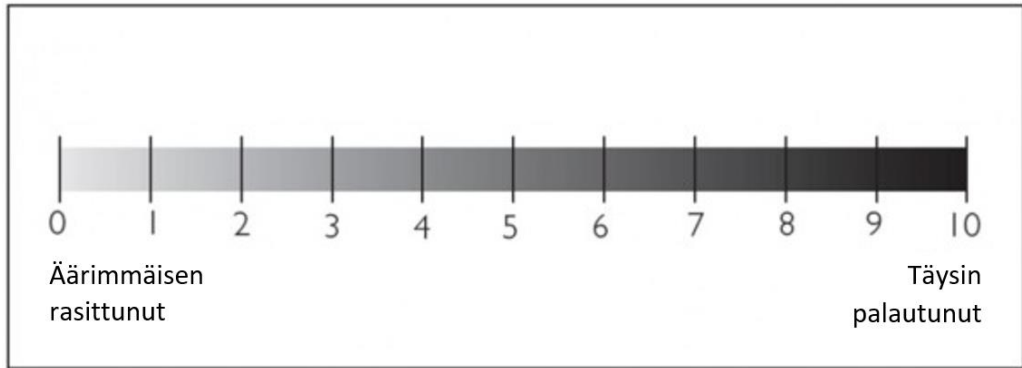
LÄMPÖTUNTEMUS

4	HYVIN KUUMA
3	KUUMA
2	LÄMMIN
1	HIEMAN LÄMMIN
0	NEUTRAALI
-1	HIEMAN VIILEÄ
-2	VIILEÄ
-3	KYLMÄ

LÄMPÖVIIHTYVYYS

1	MIELLYTTÄVÄ
2	HIEMAN EPÄMIELLYTTÄVÄ
3	EPÄMIELLYTTÄVÄ
4	ERITTÄIN EPÄMIELLYTTÄVÄ
5	SIETÄMÄTÖN

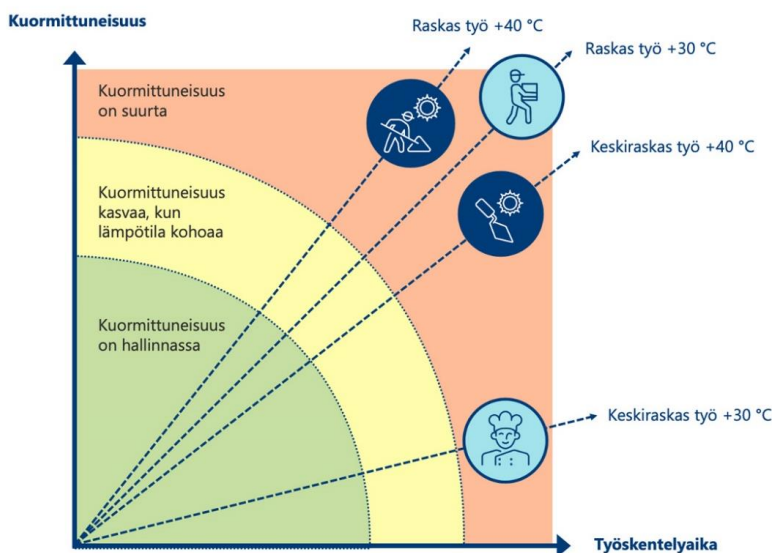
LIITE 3. Palautumisen arviointiin käytetty VAS-jana (Visual Analog Scale).



Kuumatyön kuormittavuus ja hallinta työpaikoilla

Tulevaisuudessa kuumassa työskentely lisääntyy myös Suomessa. Nämä ohjeet on suunnattu erityisesti Suomen ilmastoon tottuneille työntekijöille.

Ota huomioon kuumassa työskentelyssä myös työn fyysinen kuormitus!



Keskiraskaat työt, esimerkiksi

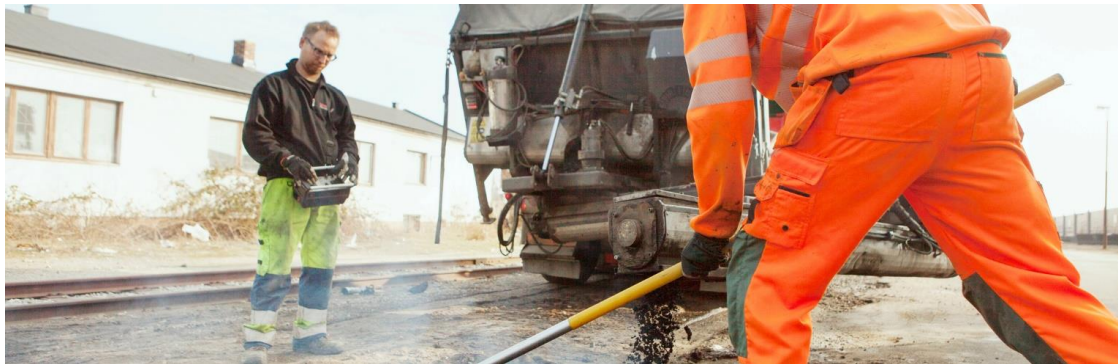
- Leipomotyö
- Muuraus
- Metsän- ja puutarhanhoitotyöt
- Maataloustyöt

Raskaat työt, esimerkiksi

- Lapiointi
- Raskaiden työkalujen käyttö
- Raskaiden kuormien nosto ja kantaminen
- Pelastajan raskaimmat työtehtävät

Työn kuormittavuus kasvaa, kun työ on fyysisesti raskasta ja sitä tehdään kuumassa.

Lihastyön lisäksi elimistö joutuu samanaikaisesti tehostamaan lämmönsäätelyä.



Tauon pituuden määrää työn kuormittavuus

- Taukojen määrä ja pituus riippuu kuumassa tehdyn työn kuormittavuudesta.
 - Raskaassa työssä elimistö lämpenee nopeammin kuin kevyessä tai keskiraskaassa työssä.
 - Elimistö jäähtyy hitaammin raskaan työn jälkeen.
- Työpäivän aikana elimistö lämpenee koko ajan, vaikka taukoja pidettäisiin.
- Elimistön lämpökuorman nousua voi hidastaa pitämällä työssä riittävästi taukoja.

Toimi näin ennen kuumassa työskentelyä

- Vältä kovaa kuormitusta ennen työtä, esim. juoksulenkkiä tai muuta raskasta treeniä.
- Juo nestettä jo ennen työpäivän alkua.
- Pue työvaatteiden alle vain välttämätön vaatetus. Vaatteiden tulisi sopia kuumassa työskentelyyn.

Toimi näin työpäivän aikana

- Muista juoda vettä säännöllisesti.
 - Jos työ jatkuu pitkään, juo lisäksi elektrolyyttipitoisia juomia. Niitä ovat esimerkiksi urheilujuoma tai kivennäisvesi.
- Syö säännöllisesti. Kuumassa ei välttämättä huomaa nälkää samalla tavalla kuin viileässä.
- Pidä taukoja työssä.
- Lepää tauon aikana ja vältä fyysistä aktiivisuutta.
- Vietä tauot viileässä. Tavallinen huoneenlämpö riittää.
- Käytä viilennykseen apuvälineitä, jos mahdollista.
 - Esimerkiksi tuuletinta, kylmäpakkausta tai viilennettyä kosteaa pyyhettä
- Riisu suoja- tai turvavarusteet tauon ajaksi, jos se on mahdollista.
- Opi tunnistamaan liiallisen lämpenemisen oireet ja reagoi niihin heti.

Toimi näin työpäivän jälkeen

- Mene viileään tilaan ja lepää.
- Juo riittävästi ja syö säännöllisesti myös työpäivän jälkeen.

Lämmönsietokykyyn vaikuttaa moni asia

- Kuumiin olosuhteisiin sopeutuu noin parissa viikossa.
- Levänneenä ja palautuneena jaksaa paremmin myös kuumissa olosuhteissa.
- Hyväkuntoinen henkilö sietää kuumuutta paremmin.
 - Erityisesti kestävyysharjoittelu parantaa lämmönsietokykyä.
- Kun kehossa on paljon rasvaa, se toimii eristeenä. Rasva heikentää siis lämmön poistumista kehosta.
- Ikääntyessä lämmönsäätelykyky heikkenee. Siihen vaikuttaa erityisesti erilaiset sairaudet ja lääkitykset.

OTA YHTEYTTÄ

Jutta Karkulehto
tutkija
jutta.karkulehto@ttl.fi
+358 30 474 2795

Satu Mänttari
johtava tutkija
satu.manttari@ttl.fi
+358 30 474 6093

Kuumuus kuormittaa kehoa ja mieltä

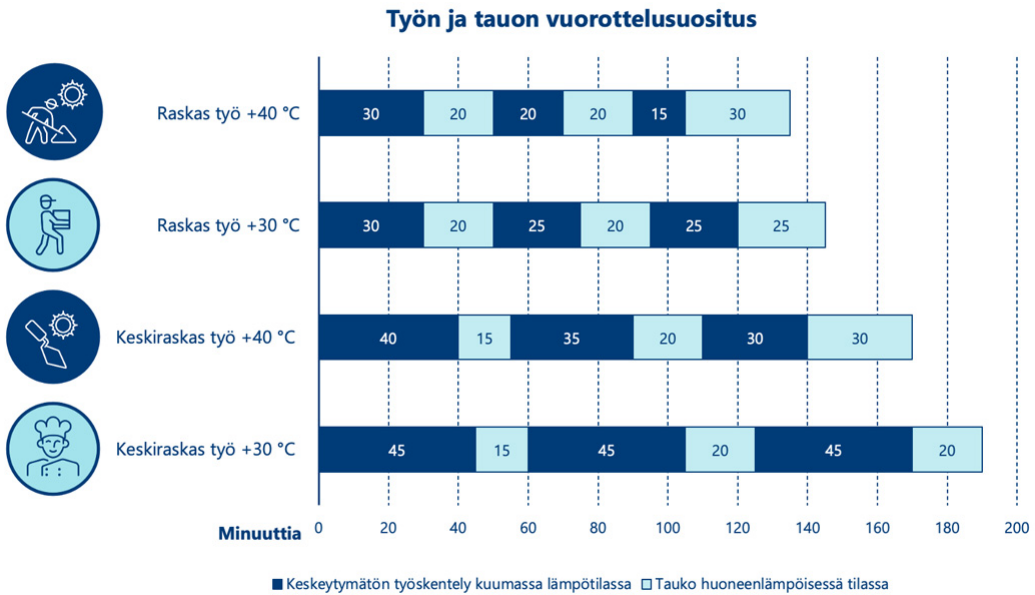
- Aineenvaihdunta ja lihastyö tuottavat jo itsessään lämpöä.
- Kun työntekijä tekee raskasta fyysistä työtä kuumassa ympäristössä, elimistön lämpökuorma kasvaa enemmän.
- Kun elimistön lämpötila nousee:
 - sydän- ja verenkiertoelimistö kuormittuvat
 - lihakset väsyvät ja lihasten voimantuottokyky heikkenee
- Lisäksi kuumuus heikentää keskittymiskykyä ja tarkkaavaisuutta. Se kasvattaa tapaturmariskiä työssä.
- Kuumuus aiheuttaa myös henkistä kuormitusta. Varsinkin silloin, kun olo on tukala eikä kehoa voi viilentää.

TUTUSTU TARKEMMIN



Parempaa kuumatyön riskien hallintaa työpaikoille

Kuumassa työskentelyssä täytyy ottaa huomioon työympäristön lämpötila ja työn fyysinen kuormitus. Elimistön lämpötila nousee nopeasti, kun työn kuormitus ja ympäristön lämpötila ovat korkeita.

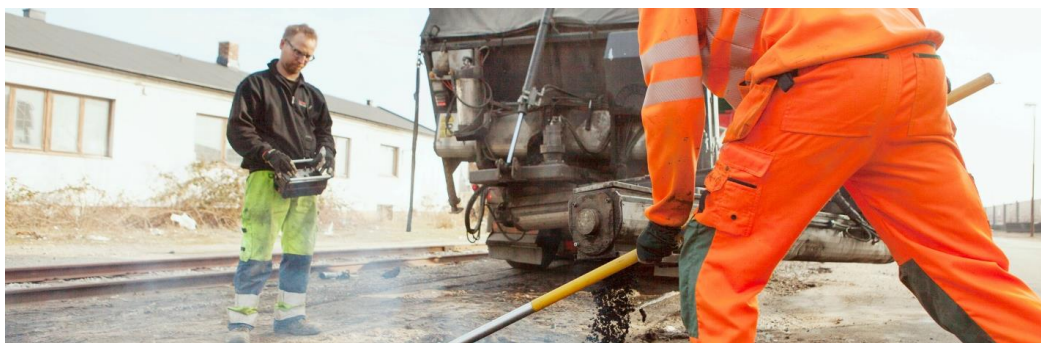


Uusia suosituksia kuumatyöhön

1. Kuumassa yli +30 °C lämpötilassa voi tehdä raskasta työtä ilman keskeytystä enintään 30 minuuttia.
2. Jos raskas työ jatkuu tauon jälkeen, työskentelyaika taukojen välillä lyhenee, vaikka suosituksen mukaiset tauot pidetään.
3. Kun kuumassa lämpötilassa tehdään raskasta työtä, palautumiseen tarvitaan vähintään 20 minuutin tauko.
 - Jos raskas kuumatyö jatkuu yhtä kuormittavana, taukojen kesto pitenee.
4. Huoneenlämmössä leväten elimistön lämpötila palautuu perustasolle noin 45–60 minuutissa.

Kuumassa työskentelyn terveys- ja työtapaturmariskejä

- Kuumassa työympäristössä elimistön lämmönsäätely lisää sydän- ja verenkiertoelimistön kuormitusta.
- Kun lihasten lämpötila nousee liikaa, lihakset väsyvät ja voimantuotto kyky heikkenee.
- Elimistön lämpötilan nousu ja fyysinen kuormittuneisuus heikentävät myös kognitiivista suorituskkyä, mikä lisää tapaturmariskiä.
- Tutkittu tieto osoittaa, että työn kuormitustasolla on suuri merkitys elimistön lämpötilan nousunopeuteen.
- Kuumiin olosuhteisiin tottuminen vie aikaa. Varsinkin kesän ensimmäiset hellejaksot ja uuden kuumatyön aloittaminen voivat olla haastavia työntekijälle.



Näin vähennät kuumatyön riskejä

Työn järjestelyn toimet

- Varmista riittävä palautuminen työvuorojen välillä.
- Työkierto ja lyhyet työskentelyjaksot fyysisesti raskaissa työvaiheissa vähentävät kuumatyön riskejä.
- Yksi pidempi tauko keskellä työvuoroa vähentää lämpökuorman kertymistä.
- Raskaita työvaiheita tulee ulkotöissä välttää vuorokauden kuumimpina aikoina.
- Päivän kuumimpia hetkiä voidaan välttää työaikajärjestelyillä, esimerkiksi aloittamalla työpäivä aikaisemmin.

Taukotilat, työ- ja suojavaatteet sekä turvavarusteet

- Taukotilan tulisi olla viileä, enintään huoneenlämpöinen.
- Tauon aikana työntekijän olisi hyvä riisua lämpökuormaa lisäävät työvaatteet sekä erilaiset suoja- ja turvavarusteet.
- Käytä aktiivisia viilennysmenetelmiä, joita ovat esimerkiksi erilaiset kylmäpakkaukset, viilentimet ja mahdollisuus käydä suihkussa.
- Kiinnitä mahdollisuuksien mukaan huomiota työvaatteiden ja muiden varusteiden materiaaleihin. Hyvä materiaali kuumatyöhön on kevyt ja hengittävä.

Lämmönsietokykyyn vaikuttaa moni asia

- Kuumiin olosuhteisiin sopeutuu noin parissa viikossa.
- Levänneenä ja palautuneena jaksaa paremmin myös kuumissa olosuhteissa.
- Hyväkuntoinen henkilö sietää kuumuutta paremmin.
 - Erityisesti kestävyysharjoittelu parantaa lämmönsietokykyä.
- Kun kehossa on paljon rasvaa, se toimii eristeenä. Rasva heikentää siis lämmön poistumista kehosta.
- Ikääntyessä lämmönsäätelykyky heikkenee. Siihen vaikuttaa erityisesti erilaiset sairaudet ja lääkitykset.



Kuumatyön terveysriskit ovat todellisia, mutta niitä voidaan hallita.

**TUTUSTU
TARKEMMIN**



OTA YHTEYTTÄ

Jutta Karkulehto
tutkija
jutta.karkulehto@ttl.fi
+358 30 474 2795

Satu Mänttari
johtava tutkija
satu.manttari@ttl.fi
+358 30 474 6093

Ilmastonmuutoksen aiheuttamat pidemmät hellejaksot tuovat mukanaan kasvavia terveysriskejä, erityisesti fyysisesti raskaissa työtehtävissä. HeatFit-hankkeessa pyrittiin selvittämään, miten fyysisesti raskas työ kuumissa olosuhteissa vaikuttaa työntekijöiden fyysiseen kuormittumiseen ja palautumiseen sekä kognitiiviseen suorituskykyyn. Lisäksi hankkeessa selvitettiin suomalaisten työpaikkojen kuumatyövalmiuksia.

Tämä raportti tarjoaa ensimmäistä kertaa suosituksia, jotka huomioivat sekä ympäristön lämpötilan että työn kuormittavuuden. Näiden suositusten avulla työpaikat voivat varautua kuumien olosuhteiden aiheuttamaan työkuormituksen kasvuun ja siten ehkäistä työkyvyn heikentymistä ja tapaturmia.



Työsuojelurahasto
Arbetarskyddsfonden
The Finnish Work Environment Fund

PANK RY
Päällystealan neuvottelukunta Ry

RT RAKENNUS-
TEOLLISUUS



SUOMEN ELINTARVIKETYÖLÄISTEN LIITTO

Työterveyslaitos
Arbetshälsoinstitutet
Finnish Institute of Occupational Health

PL 40, 00032 Työterveyslaitos

www.ttl.fi

ISBN 978-952-391-233-5 (PDF)