



**Opas**  
eksoskeletonien hyödyntämiseen  
pelastustoimessa, ensihoidossa  
ja tukipalveluissa

Toni Pekkola  
Essi Heimovaara  
Paavo Nyländen  
Heli Leander  
Juha-Pekka Kulmala  
Kari Vehmaskoski

# Opas eksoskeletonien hyödyntämiseen pelastustoimessa, ensihoidossa ja tukipalveluissa

PSR  
PALOSUOJELURAHASTO



Keski-Uudenmaan pelastuslaitos  
Mellersta Nylands räddningsverk

**jamk** | Jyväskylän  
ammattikorkeakoulu

# Opas eksoskeletonien hyödyntämiseen pelastustoimessa, ensihoidossa ja tukipalveluissa

**Kirjoittajat: ExoPELA-projektitiimi**

**Toni Pekkola**

Vanhempi asiantuntija, ExoPELA-projektin projektipäällikkö,  
Jyväskylän ammattikorkeakoulu,  
Kuntoutus- ja sosiaalialan instituutti

**Essi Heimovaara**

Vanhempi asiantuntija,  
Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Likes

**Paavo Nyländen**

Tutkimusassistentti,  
Jyväskylän ammattikorkeakoulu,  
Kuntoutus- ja sosiaalialan instituutti

**Heli Leander**

HR-asiantuntija,  
Vantaan ja Keravan hyvinvointialue,  
Keski-Uudenmaan pelastuslaitos

**Juha-Pekka Kulmala**

Vanhempi tutkija,  
Jyväskylän ammattikorkeakoulu,  
Kuntoutus ja sosiaalialan instituutti

**Kari Vehmaskoski**

Lehtori, Professor (Hon.),  
Jyväskylän ammattikorkeakoulu,  
Kuntoutus- ja sosiaalialan instituutti

Tämä opas on julkaistu alun perin liitteenä teoksessa Pekkola, T., Heimovaara, E., Nyländen, P., Leander, H., Kulmala, J.-P. & Vehmaskoski, K. (2026).

*Eksoskeletonit pelastusalalla: Ulkoisten tukirankojen hyödyntäminen pelastustoimessa, ensihoidossa ja tukipalveluissa.*

Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja, 352.

<https://urn.fi/URN:ISBN:978-951-830-802-0>

©2026

Tekijät & Jyväskylän ammattikorkeakoulu



# Sisällys

ALKUSANAT .....	6
PELASTUSALAN NYKYTILA JA TULEVAISUUSNÄKYMÄT .....	7
EKSOSKELETONIT .....	9
TUTKITTUA TIETOA EKSOSKELETONEISTA.....	11
KUSTANNUSVAIKUTUKSET.....	12
KÄYTTÖÖNOTTO .....	14
OPPAAN LÄHTEET.....	18

# Alkusanat

Opas eksoskeletonien hyödyntämiseen pelastustoimessa, ensihoidossa ja tukipalveluissa on tuotettu Jyväskylän ammattikorkeakoulun (Jamk) ja Keski-Uudenmaan pelastuslaitoksen toteuttamassa, Palosuojelurahaston rahoittamassa ExoPELA – Exoskeletonit pelastusalalla tutkimus- ja kehittämissuorituksissa.

Pelastusala on murroksessa. Työtehtävät ovat fyysisesti vaativia, ja henkilöstön ikääntyminen sekä eläköityminen lisäävät painetta löytää uusia ratkaisuja työkyvyn tukemiseen. Samalla teknologian kehitys tarjoaa jo mahdollisuuksia, joita ei aiemmin ole ollut käytettävissä. Yksi näistä ratkaisuista on eksoskeleton – ulkoinen, puettava tukiranka, joka voi keventää kuormitusta ja parantaa ergonomiaa fyysisesti vaativissa työtehtävissä tai toimia työhön paluun tukena.

Tämän oppaan tavoitteena on tarjota pelastusalan työntekijöille ja johdolle tiiviissä muodossa tietoa eksoskeletonien hyödyntämisestä pelastustoimessa, ensihoidossa ja tukipalveluissa. Tavoitteena on herättää keskustelua siitä, miten teknologialla voidaan edistää työhyvinvointia pelastusalan arjessa, sekä inspiroida kehittämään toimintaa ja turvaamaan henkilöstön työkyky myös tulevaisuudessa.

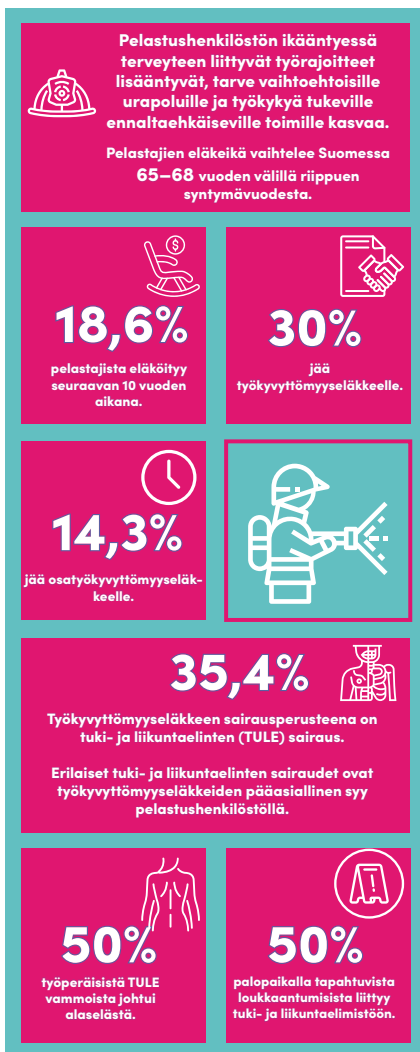
ExoPELA-projektitiimi



Keski-Uudenmaan pelastuslaitos  
Mellersta Nylands räddningsverk



# Pelastusalan nykytila ja tulevaisuusnäkymät



Pelastusala on kokenut Suomessa merkittäviä muutoksia viime vuosikymmeninä. Näitä ovat muun muassa eläkeuudistukset ja pelastustoimen siirtyminen osaksi hyvinvointialueita. Lähivuosina suuri joukko pelastajia jää eläkkeelle. Jotta palvelut voidaan turvata koko maassa, uusien pelastajien koulutusmäärää pyritään lisäämään.

Kuvion lähteet: JHL, 2024; Keva, ei pvm.–a; Kuntaliitto, 2022; Sisäministeriö, 2023.

# Ennaltaehkäise TULE-sairaudet ja säilytä työkyky



## ERGONOMIA

- Vaihtelee työasentoja ja tauota
- Käytä apuvälineitä nostamiseen ja siirtämiseen
- Eksoskeletonit voivat auttaa raskassa ja toistuvissa tehtävissä
- Sijoita varusteet fiksusti
- Opettele oikeat nostotekniikat ja varusteiden käsittelytavat



## FYYSINEN KUNTO

- Harjoita lihaskuntaa säännöllisesti
- Aerobinen kunto auttaa jaksamaan ja palautumaan
- Lepo, ravinto ja riittävä uni tukevat palautumista



## TYÖYMPÄRISTÖ

- Tunnista riskit etukäteen
- Anna palautetta varusteista ja työjärjestelyistä
- Jaa hyviä käytäntöjä kollegoiden kanssa



## TYÖKYVYN TUKEMINEN JA SITÄ KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ

Työkyvyn tukeminen pelastusosalalla perustuu lainsäädäntöön, joka velvoittaa työnantajan huolehtimaan työntekijöiden terveydestä ja turvallisuudesta.

Palokuntien suositellaan sisällyttävän ennaltaehkäisevät toimet päivittäiseen toimintaan ja koulutukseen vammautumiskäsitteiden vähentämiseksi ja työkyvyn tukemiseksi.

Pelastushenkilöstön ikääntyessä myös terveyteen liittyvät työrajoitteet lisääntyvät ja tarve työkykyä tukeville ennaltaehkäiseville toimille kasvaa.

Kuvion lähteet: Campbell ym., 2024; Mänttari ym., 2020; Punakallio & Lusa, 2020; Ropponen & Sohlman, 2017; Wikström & Lusa, 2009.

# Eksoskeletonit

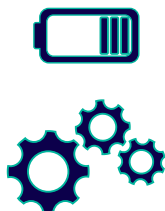
Eksoskeletoineilla tarkoitetaan puettavaa teknologiaa ts. ulkoisia tukirankoja tai työn keventimiä.

Eksoskeletoineja on kehitetty sekä työkäyttöön, urheiluun, kuntoutukseen että armeijakäyttöön. Laitteet voidaankin luokitella joko käyttötarkoituksen tai rakenteellisten ratkaisujen mukaan esimerkiksi aktiivisiin ja passiivisiin. Kuviossa on esitetty eksoskeletonien luokittelu kevennysmekanismin ja sovelluskohteen mukaan.

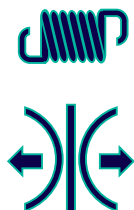
Eksoskeletonien käytön arvioidaan moninkertaistuvan lähivuosien aikana teollisuuden eri aloilla. Pelastusallalle on kehitteillä omia toimialan erityispiirteet ja toimintaympäristöjen asettamat vaatimukset huomioivia laiteratkaisuja.

## Kevennysmekanismi

Aktiiviset akuilla ja moottoreilla



Passiiviset jousilla tai elastisilla materiaaleilla



## Sovelluskohteet



## Muita sovelluskohteita





Eksoskeletooneja eri käyttötarkoituksiin. Vasemmalla ylhäällä kädet koholla työskente-  
lyä keventäviä eksoskeletooneja. Keskellä ylhäällä yhdistelmäeksoskeleton. Vasemmalla  
alhaalla nostoja keventävä eksoskeleton. Keskellä alhaalla puristusvoimaa lisäävä  
eksoskeleton. Oikealla työkalukevennin. Kuvat: projektitiimi.

# Tutkittua tietoa eksoskeletoneista

Eksoskeletoneja ei ole vielä toistaiseksi juurikaan hyödynnetty pelastusalalla. Tästä syystä myös tutkimustietoa on vain vähän tarjolla. Maailmalla on kuitenkin meneillään joitain tuotekehitysprojekteja ja tarvekin on tunnistettu pelastusalan työtehtävien keventämiseen. Kuviossa on esitetty koottua tietoa eksoskeletoneihin liittyvistä tutkimuksista päättynen ExoPELA-projektin tutkimustuloksiin.



# Kustannusvaikutukset

Eksoskeletonien kustannusvaikuttavuuden osalta voidaan arvioida niiden tarjoamaa hyötyä suhteessa työkyvyttömyyden aiheuttamiin kustannuksiin. Kustannusvaikuttavuus ei kuitenkaan rajoitu pelkästään sairauspoissaolojen vähenemiseen.



# ESIMERKKI: PALOMIES KALLE 40-V



## TYÖKYVYTTÖMYYSELÄKE

Kustannukset, mikäli työntekijä jää suoraan työkyvyttömyyseläkkeelle tai kuntoutustuelle 2025\*

Kustannukset työnantajalle 2027: 136 000 €

Kustannukset työnantajalle 2028: 267 000 €

Kustannukset yhteensä: 403 000 €

- \* Tiedot perustuvat Kevan arvioituun kustannusvaikutukseen omavastuiseen työkyvyttömyyseläkemaksuun vuosina 2027 ja 2028

## SAIRAUSPOISSAOLO

1. Työntekijä on poissa 1-7 päivää: Välitön kustannus ka. 634 €\*\*
2. Työntekijä poissa 8-29 päivää: Välitön kustannus ka. 2238 €
3. Työntekijä poissa 30-59 päivää: Välitön kustannus ka. 5874 €

\*\*Tiedot perustuvat Kevan tulorekisteristä tehtyyn poimintaan. Laskennassa tarkastellaan Keski-Uudenmaan pelastuslaitoksen 40-49 vuotiaan palomiehen **välittömiä** keskiarvoisia (ka.) sairauspoissaolokustannuksia.

## EKSOSKELETONIN VAIKUTUS KUSTANNUKSIIN

### Ennaltaehkäisy

Eksoskeletonin käytöllä voidaan ennaltaehkäistä erityisesti rasitusperäisiä tuki- ja liikuntaelämistön oireita ja vammoja. Tuki- ja liikuntaelinoireista johtuvat poissaolot vähenevät.

### Työhönpaluu

Eksoskeletonin avulla voidaan edistää työhön paluuta. 1-7 päivää aikaisempi työhönpaluu eksoskeletonia käyttäen vähentää sairauspoissaolon kuluja keskimäärin 634€.

### Kuntoutus

Kuntoutuksessa eksoskeleton tukee työntekijän työergonomiaa. Tämä vähentää riskiä työperäisiin ongelmiin sekä auttaa välttämään yksipuolista kuormitusta.

Kuvion lähteet: McCready, 2023; Keva, ei pvm.-b; Tanskanen, 2022.

# Käyttöönotto



Keski-Uudenmaan pelastuslaitos  
Mellersta Nylands räddningsverk



Eksoskeletonin soveltuvuuden arviointilista työtehtävään on laadittu ExoPELA-projektissa. Tarkasteltaviksi tekijöiksi on valikoitu projektin toimenpiteissä, työpajoissa ja tilaisuuksissa pelastusalan toimijoilta esille nousseita seikkoja eksoskeletonien käyttöönnoton ja käytön näkökulmista. Arviointilistan tarkoituksena on nostaa esille tyypillisimpiä eksoskeletonien käyttöönnottoon ja käyttöön liittyviä tekijöitä, joita käyttäjien tulisi ottaa huomioon.

## EKSOSKELETONIN SOVELTUVUUDEN ARVIOINTILISTA TYÖTEHTÄVÄÄN

- | 1. Työtehtävän analyysi                                   | K / E   |
|---|---|
| • Onko työtehtävä toistuva ja/tai fyysisesti kuormittava? | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| • Kohdistuuko kuormitus erityisesti                       |   |
| - yläraajoihin  | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| - selkään   | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| - alaraajoihin  | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| - koko kehoon?  | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| • Suoritetaanko työ pääasiassa                            |   |
| - seisten   | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| - istuen  | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| - kävellen  | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| - kyökkyasennossa tai polvillaan                          | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| - kädet koholla, kurottaen                                | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| - muuten, miten? _____                                    | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| • Vaatiiko työtehtävä                                     |   |
| - tarkkuutta  | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| - ketteryyttä   | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| - nopeita liikkeitä                                       | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| - kuormituksen keventämistä                               | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| - lisävoiman tuottoa                                      | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |

2. Eksoskeletonin tekninen yhteensopivuus työtehtävään K / E
- Onko laite suunniteltu juuri kyseisen työtehtävässä tarvittavan kehonosan tukemiseen?
  - Tukeeko laite työasentoja ja liikkeitä, joita tehtävään liittyy?
  - Onko laite yhteensopiva muun henkilökohtaisen suojavarustuksen tai työvaatetuksen kanssa?
  - Onko laitteen yhteensopivuus työtehtävissä tarvittavien työvälineiden, ajoneuvojen ja varusteiden kanssa tarkistettu?
  - Soveltuuko laite käytettäväksi työtehtävän vaatimissa toimintaympäristöissä ja -olosuhteissa (huomioiden mm. lämpötilat, kemikaalit)?
  - Onko laitteeseen saatavilla mahdollisia työtehtävässä tarvittavia lisävarusteita/suojaimia (esim. pölysuojaus)?
3. Eksoskeletonin käytettävyys ja mukavuus K / E
- Onko laite helppo pukea ja riisua?
  - Onko laite nopea pukea ja riisua?
  - Onko laite säädettävissä käyttäjän mittojen mukaan?
  - Onko laite mukava käyttää koko työvuoron/työtehtävän ajan?
  - Rajoittaako laite liikkumista tai aiheuttaako sen käyttö epämukavuutta?
  - Onko käyttäjällä mahdollisuus testata laitetta ennen käyttöönottoa?
4. Turvallisuus ja riskit liittyen eksoskeletonin käyttöön K / E
- Onko laite CE-merkitty tai muuten sertifioitu?
  - Onko työtehtävässä olemassa riski
    - takertumisesta
    - kompastumisesta
    - liukastumisesta
    - puristumisesta
    - muista vaaratilanteista (esim. ympäristötekijöistä ja -olosuhteista johtuvista)?
    - Millaisista? \_\_\_\_\_
  - Onko käyttäjille tarjolla koulutusta laitteen käyttöönottoon ja (turvalliseen) käyttöön?
  - Onko olemassa toimintamalli, jos laitteen käytöstä aiheutuu ongelmia tai turvallisuusriskejä?
  - Onko laitteiden käyttö huomioitu työpaikan ergonomia- sekä työturvallisuuskäytännöissä ja -ohjeistuksissa?

5. Käyttäjäkokemus ja palaute liittyen eksoskeletonin käyttöön K / E

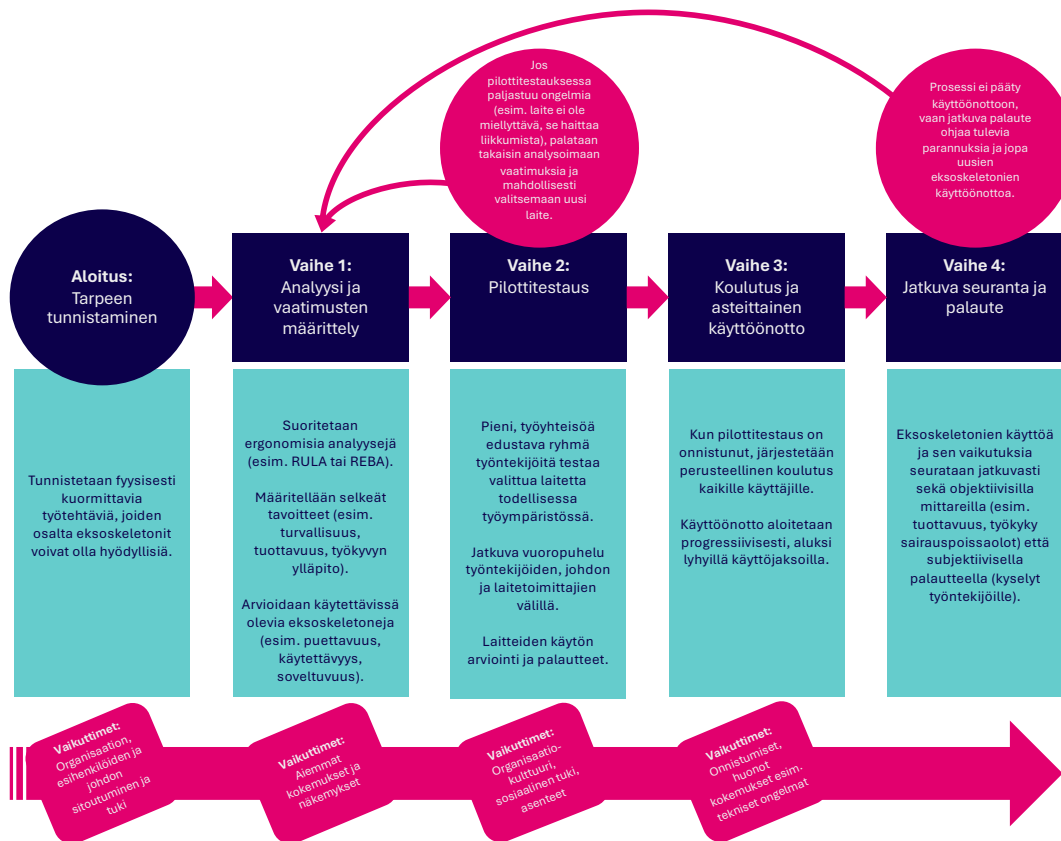
- Onko käyttäjillä mahdollisuus antaa palautetta laitteen toimivuudesta? □□
  - Jos on, kenelle? \_\_\_\_\_
- Onko kerätty palautetta laitteen käytöstä tai testauksesta? □□
- Onko palaute ollut pääosin positiivista ja tukee käyttöönottoa? □□
- Onko käytössä mittarit laitteen vaikuttavuuden arviointiin (esim. sairauspoissaolot, palautuminen?) □□
- Onko seurannan tuloksia ja palautteita hyödynnetty päätöksenteossa ja investointien perusteluissa? □□
- Onko johto sitoutunut laitteen käyttöönottoon ja viestii sen hyödyistä? □□

6. Eksoskeletonin ylläpito ja huolto K / E

- Onko laitteelle määritelty vastuuhenkilö? □□
- Onko laitteelle määritelty huolto-ohjelma? □□
- Onko huolto helppoa ja saatavilla? □□
- Onko varaosia, tarvikkeita tai teknistä tukea helposti saatavilla? □□
- Onko laite tarvikkeineen puhdistettavissa käytön jälkeen? □□

7. Muut huomiot \_\_\_\_\_

## Eksoskeletonien käyttöönotto vaiheistettuna



Kuvion lähteet: Pekkola & Minkinen, 2020; Venkatesh, 2003.

## Oppaan lähteet

Campbell, R., Hall, S. & Petrillo, J. (2024). *United States Firefighter Injuries in 2023*. Haettu 29.9.2025 osoitteesta <https://www.nfpa.org/education-and-research/research/nfpa-research/fire-statistical-reports/firefighter-injuries-in-the-united-states>

JHL. (2024). *JHL:n Pelastusalan Unioni vaatii: Pelastajien eläkeikä on laskettava*. Haettu 23.7.2025 osoitteesta <https://www.jhl.fi/uutiset/jhln-pelastusalan-unioni-vaatii-pelastajien-elakeikaa-on-laskettava/>

Keva. (Ei pvm.-a). *Näin kunta-ala eläköityy. Arvio eläkkeelle jäävistä kuntatyöntekijöistä 2022–2031*. Haettu 8.9.2025 osoitteesta <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrl-joiZTBhNjUwYmItNTE2Ni00MzhmLTg0NjgtMWUxNjY5ODEwNTNmliwidCI6IjZiYmE2ZjhmLTJjZDgtNGUxYi1iYTQ2LTc0YTE1NWQzN2M4NCIsImMiOjI9>

Keva. (Ei pvm.-b). *Tietoa työkyvyttömyyden kustannuksista*. Haettu osoitteesta 27.10.2025 osoitteesta [https://kevatutkii.keva.fi/tyokyvyttomyyden\\_kustannukset](https://kevatutkii.keva.fi/tyokyvyttomyyden_kustannukset)

Kuntaliitto. (2022). *Työelämän ja palvelutuotannon tarpeet huomioitava pelastusalan koulutus uudistuksessa*. Haettu 10.9.2025 osoitteesta <https://www.kuntaliitto.fi/ajankohtaista/2022/tyoelaman-ja-palvelutuotannon-tarpeet-huomioitava-pelastusalan>

McCready, A. (2023). *Introducing the new exoskeleton cost-benefit analysis tool from TNO*. Interreg North Sea Region. Haettu 27.10.2025 osoitteesta <https://northsearegion.eu/exskallerate/exskallerate-ecosystem/puchasing-an-exoskeleton-is-it-worth-the-cost/index.html>

Mänttari, S., Karkulehto, J. & Oksa, J. (2020). *Fyysisen kuormituksen hallinta pelastajan työssä. Uusi lähestymistapa palautumisen edistämiseksi*. [https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/140060/TTL\\_978-952-261-919-8.pdf](https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/140060/TTL_978-952-261-919-8.pdf)

Pekkola, T. & Minkkinen, T. (toim.). (2020). *RoboCountryside – Robotiikan mahdollisuudet maaseudulla: Käsikirja robotiikasta*. Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Punakallio, A. & Lusa, S. (2020). Miten tukea työ- ja toimintakykyä. Fyysisen toimintakyvyn tukeminen. Teoksessa A. Vuokko, A. Punakallio, T. Paajanen. & S. Lusa (toim.), *Pelastushenkilöstöntyöterveysseuranta – yhteistyö ja käytännöt*, (s. 151–156). Työterveyslaitos. <https://urn.fi/URN:ISBN:9789522618627>.

Ropponen, T. & Sohlman, P. (2017). *Palomiehet voivat työssään entistä paremmin – eläkeikä nousee, työkyvyttömyyseläkkeet vähenevät*. Keva. Haettu 23.7.2025 osoitteesta <https://www.keva.fi/uutiset-ja-artikkelit/palomiehet-voivat-tyossaan-entista-paremmi--elakeika-nousee-tyokyvyttomyyselakkeet-vahenevat/>

Sisäministeriö. (2023). *Hallitusohjelman uudistukset pelastustoimeen ja hätäkeskustoimintaan*. Haettu 10.9.2025 osoitteesta <https://intermin.fi/pelastustoimi/ho-uudistukset-pelastustoimi>

Tanskanen, A. (2022). *Sairauspoissaolo maksaa työnantajalle jopa kaksi euroa minuutilta*. Elinkeinoelämän keskusliitto. Haettu 20.9.25 osoitteesta <https://ek.fi/ajankoh-taista/blogit/sairauspoissaolo-maksaa-tyonantajalle-jopa-kaksi-euroa-minuutilta/>

Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B. & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425–478. <https://www.jstor.org/stable/30036540>.

Wikström, M. & Lusa, S. (2009). *Pelastustyön fyysiset vaatimukset ja pelastushenkilöstön fyysisen toimintakyvyn edellytykset – kirjallisuuskatsaus*. Työterveyslaitos. <https://www.ttl.fi/sites/default/files/2021-11/Pelastusalan-erityispiirteet-ja-elintavat.pdf>

# Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisut.

Avoimet julkaisumme tekevät tunnetuksi  
Jamkin laajaa ja monialaista  
opetus-, tutkimus- ja kehittämistyötä.

▶ [jamk.fi/julkaisut](https://jamk.fi/julkaisut)



## **Jyväskylän ammattikorkeakoulu**

PL 207, 40101 Jyväskylä  
Rajakatu 35,  
40200 Jyväskylä  
Puh. +358 20 743 8100

**jamk.fi**