

Raivaustyön kuormitusta mitattiin Sahakeikka-hankkeen pilotissa

10.11.2026

Sahakeikka-hanke on Suomen metsäkeskuksen koordinoima kehittämishanke, jossa etsitään uusia ratkaisuja metsäalan työvoimapulaan, työn houkuttelevuuden lisäämiseen sekä metsänhoitotyön turvallisuuden ja tuottavuuden kehittämiseen (Perälä, 2026). Hankkeessa yhdistyvät työllistämisen, osaamisen kehittämisen, digitalisaation ja työhyvinvoinnin näkökulmat. Seinäjoen ammattikorkeakoulu osallistuu hankkeeseen erityisesti koulutuksellisten sisältöjen, työhyvinvoinnin ja viestinnän kehittämisen kautta yhteistyössä Suomen metsäkeskuksen, Keski-Pohjanmaan ammattiopiston sekä muiden alueellisten toimijoiden kanssa. Hankkeessa pilotoidaan muun muassa uusia raivaus- ja metsänhoitotyön organisoinnin malleja, digitaalisia ratkaisuja, kuormitusta sekä käytännön toimintatapoja, joiden tavoitteena on tukea metsäalan kestävää kehitystä ja vahvistaa alan elinvoimaisuutta Etelä- ja Keski-Pohjanmaalla.

Raivaustyön kuormitus ja sen arviointi liikkeenkaappausmenetelmällä

Metsäkeskuksen ja SEAMKin aiemmassa Raivaa itsesi kuntoon -hankkeessa (Metsäkeskus, i.a.) todettiin vuonna 2023, että metsänraivaus on fyysisesti kuormittavaa työtä, jossa yhdistyvät kävely vaihtelevassa maastossa, työvälineen käsittely sekä toistuvat ylävartalon ja yläraajojen liikkeet (Latva-Teikari, 2023; UPM Metsä, 2024). Taimikon raivaustyön todettiin kuormittavan elimistöä peruskestävyysharjoittelua vastaavasti. Työssä syketaso nousee tyypillisesti kohtalaisen kuormituksen alueelle. Lisäksi työn pitkäkestoisuus sekä toistuvat työasennot voivat lisätä tuki- ja liikuntaelimistön kuormitusta.

Liikkeenkaappausmenetelmässä kehon liikkeitä mitataan puettavien antureiden tai kameroiden avulla, jolloin työskentelyn aikaisia asentoja, liikkeitä ja nivelten kuormitusta voidaan analysoida tarkemmin kuin pelkän havainnoinnin perusteella (Haapala ym., 2023; Rybnikar ym., 2023). Metsätöiden fyysisestä työkuormituksesta on tehty vielä kohtalaisen vähän tutkimuksia (Bacic ym., 2024), eikä niissä ole käsityksemme mukaan hyödynnetty liikkeenkaappausmenetelmää. Metsätöissä kuormittavat työasennot on kuitenkin tunnistettu yhdeksi keskeisistä ergonomisista riskitekijöistä, sillä epäedullisten työasentojen tiedetään olevan yhteydessä tuki- ja liikuntaelinoireiden ja -sairauksien esiintymiseen (Bacic ym., 2024). Metsätöiden ergonomian tutkimuksissa asentokuormitusta on arvioitu pääasiassa havainnointiin perustuvilla menetelmillä, joissa työntekijän työasentoja luokitellaan ja analysoidaan silmämääräisesti eri kehonosien osalta. Tutkimusten mukaan erityisesti alaselkä, hartiat, niska sekä yläraajat kuormittuvat monissa metsäalan työtehtävissä, ja pitkäkestoiset tai toistuvat epäedulliset työasennot voivat lisätä tuki- ja liikuntaelimistön kuormitusta.

Sahakeikka-hankkeessa keskitytään tutkimaan erityisesti metsänraivauksen fyysistä työkuormitusta liikkeenkaappausmenetelmällä. SEAMKin puettava IMU-sensoripohjainen Perception Neuron Studio – liikkeenkaappausjärjestelmä sisältää 17 sensoria, jotka puetaan tutkittavalle joustavilla remmeillä kehon eri segmentteihin (Hellman & Frimodig, 2021). Laitteisto mahdollistaa työkuormituksen mittaukset kenttäolosuhteissa laboratorion ulkopuolella, tässä tapauksessa metsässä. Mittaukset tosin vaativat huolellista suunnittelua ja yllättäviin tilanteisiin varautumista, kuten seuraavissa kappaleissa kuvataan.



Kuva 1. Kuormitusta mitataan 17 eri sensorilla, kuvassa näkyvät ilmastointiteipillä kiinnitetyt sensorikohdat (kuva: Juha Viirimäki).

Ensimmäinen testi Ylistarossa

Ensimmäinen raivaustyöhön liittyvä kuormitustestaus toteutettiin Ylistarossa osana kenttäolosuhteissa suoritettavaa mittausvaihetta. Testauksen suunnittelussa huomioitiin sääolosuhteiden merkittävä vaikutus sekä mittauslaitteiston toimivuuteen että aineiston luotettavaan keräämiseen. Tästä syystä testaukselle oli ennalta varattu varapäivä mahdollisten säähaasteiden varalta. Ratkaisu osoittautui tarkoituksenmukaiseksi, sillä alkuperäisesti suunniteltuna testauspäivänä sää oli sateinen. Testiryhmä arvioi kosteuden aiheuttavan riskin käytössä olleelle arvokkaalle sensorijärjestelmälle, minkä vuoksi mittauksia ei nähty perustelluksi toteuttaa kyseisissä olosuhteissa. Testaus siirrettiin varapäivälle, jolloin sääolosuhteet olivat huomattavasti suotuisammat. Päivä oli pääosin aurinkoinen, ja vaikka kasvillisuudessa esiintyi vielä aamun jäljiltä lievää kosteutta, olosuhteiden arvioitiin olevan riittävän yhdenmukaiset ja turvalliset luotettavan mittausaineiston keräämiseksi.

Kuormitustestauksen tavoitteena oli tarkastella raivaustyön fyysistä kuormittavuutta erilaisissa työtilanteissa ja käyttäjäprofiileissa. Ennakkoon laaditun tutkimusasetelman mukaisesti testaukseen osallistui kolme henkilöä, joiden avulla pyrittiin muodostamaan mahdollisimman monipuolinen kuva työn kuormitustekijöistä. Testiskenaarioita suunniteltiin kolme, joista jokainen kuvasi erilaista raivaustyön toteutustapaa tai työntekijän ominaisuutta. Ensimmäisessä skenaariossa kokenut käyttäjä suoritti raivaustyötä tavanomaisella, asianmukaisesti huolletulla työvälineellä, mikä toimi vertailutilanteena muille mittauksille. Toisessa skenaariossa työ suoritettiin tarkoituksellisesti tylsällä terällä varustetulla raivaussahalla. Tämän asetelman avulla pyrittiin selvittämään työvälineen kunnon vaikutusta työn fyysiseen kuormittavuuteen sekä työskentelyn tehokkuuteen. Kolmannessa skenaariossa testaajana toimi kokematon raivaaja, jolloin tutkimuksen kohteena olivat erityisesti kokemuksen puutteen mahdolliset vaikutukset työtekniikkaan, energiankulutukseen ja fysiologiseen kuormitukseen.

Testausympäristön rakentaminen oli aloitettu jo edeltävänä päivänä, mikä mahdollisti mittausalueen, laitteiston ja sensorijärjestelmien huolellisen valmistelun ennen varsinaisia mittauksia. Ennakkovalmistelujen ansiosta testaus saatiin käynnistettyä suunnitellussa aikataulussa, ja mittausjärjestelyt toimivat alkuvaiheessa odotetusti. Testipäivä eteni lupaavasti aina siihen asti, kunnes kenttäolosuhteissa ilmeni ennalta odottamaton haaste, joka keskeytti mittausten normaalin etenemisen ja pakotti testiryhmän arvioimaan tilanteen uudelleen. Tämä korosti käytännön kenttäkokeisiin liittyvää epävarmuutta sekä tarvetta joustavaan ongelmanratkaisuun mittausprosessin aikana.


POLAR

Kuva 2. Mittausvälineistöä vastaanottamassa sensoridataa (kuva: Juha Viirimäki).

Sensorit metsässä

Ennalta odottamaton haaste ilmeni pian testauksen käynnistyttyä, kun osa testaajaan kiinnitetyistä mittaussensoreista irtosi työskentelyn aikana ja putosi tiheään metsämaastoon. Raivaustyö on luonteeltaan fyysisesti vaativaa ja sisältää voimakkaita vartalon kiertoja, iskuja sekä jatkuvaa liikkumista vaihtelevassa maastossa, mikä asettaa erityisiä haasteita mittalaitteiden kiinnitykselle ja toimintavarmuudelle. Sensorien katoaminen kasvillisuuden sekaan keskeytti mittaukset väliaikaisesti ja aiheutti ylimääräistä työtä tutkimusryhmälle. Tilanne havainnollisti käytännön kenttämittausten haasteellisuutta verrattuna laboratorio-olosuhteisiin, joissa ympäristötekijät ovat paremmin hallittavissa. Samalla saatiin arvokasta kokemusta siitä, miten sensorijärjestelmien kiinnityksiä ja suojausta tulisi kehittää tulevia mittauksia varten.

Haasteesta huolimatta tutkimusryhmä onnistui paikallistamaan metallinpaljastimen avulla metsään pudonneet sensorit, minkä jälkeen mittaukset voitiin käynnistää uudelleen. Tilanne ratkaistiin yhteistyössä, vaikka aikaa kului pari tuntia, eikä tapahtuma lopulta merkittävästi heikentänyt testauksen kokonaisuutta tai aineiston käyttökelpoisuutta, toki osa testistä jäi seuraavaan kertaan. Tapauksesta saatu oppi korosti huolellisen ennakkosuunnittelun merkitystä sekä tarvetta varautua myös sellaisiin käytännön ongelmiin, joita ei välttämättä pystytä täysin ennustamaan suunnitteluvaiheessa.

Lopputuloksen kannalta testauspäivä voidaan kuitenkin arvioida onnistuneeksi. Osa testiskenaarioista saatiin toteutettua ja mittauksista kerättiin arvokasta aineistoa raivaustyön kuormittavuudesta erilaisissa työtilanteissa. Testauksen päätteeksi tutkimusryhmä kävi läpi havaintoja sekä tunnistettuja kehittämiskohteita ja sopi samalla jatkotoimenpiteistä. Ensimmäinen kenttätesti tuotti sekä tutkimusaineistoa että käytännön kokemuksia mittausmenetelmän toimivuudesta, mikä luo hyvän perustan seuraaville testausvaiheille ja menetelmän edelleen kehittämiselle. Kuten kenttätutkimuksissa usein todetaan, pienistä vastoinkäymisistä huolimatta lopputulos oli onnistunut: testi saatiin toteutettua suunnitellusti ja jatkotoimista päästiin yhteisymmärrykseen.

Testattavan kokemukset ja havainnot maastomittauksista

Raivaussahatesti tehtiin mäntyvaltaisessa taimikossa, jonka keskipituus oli noin 5 metriä. Puuston runkoluku oli 3000-5000 kpl/ha ja kohteella oli selkeä metsänhoidollinen taimikonhoitotarve. Taimikonhoidossa jäävän puuston tiheydeksi jätettiin noin 1 500–2 000 runkoa per hehtaari.

Kehoon kiinnitetyt anturit eivät oikeastaan haitanneet työskentelyä tai raivaussahan käsittelyä. Mittaustilanne tuntui kuitenkin erilaiselta kuin tavanomainen itsenäinen raivaussahatyöskentely, koska työskentelyä seurattiin ja tallennettiin.

Ensimmäisen mittausjakson aikana työskentelytahti tuntui ehkä hieman tavanomaista nopeammalta. Tämä

saattoi liittyä siihen, että testattava tiesi työskentelynsä olevan seurannan kohteena. Seuraavilla mittausjaksoilla tilanne tuntui jo luontevammalta, ja työskentelyyn oli helpompi keskittyä normaalisti.

Kokonaisuudessaan mittaustilanne tuntui sujuvalta, eikä antureista aiheutunut haittaa työskentelylle. Testattavan näkökulmasta maastomittaukset olivat kiinnostava kokemus. Erityistä mielenkiintoa herättävät mittauksista saatavat analyysitulokset.

Erilainen työpäivä

Hanketyö on mielenkiintoista, koska jokainen hanke on erilainen. Hanketyössä näet eri alojen toimintaa ja pääset osallistumaan ja näkemään asioita, joihin normaalielämässä ei ole mahdollisuutta. Hanketyö tuo tullessaan erilaisia työpäiviä, joista jokainen kehittää tekijöitä ja tuo mukanaan elämää, jota joskus voi mahdollisesti sitten muistella.

Artikkeli on osa Euroopan unionin osarahoittamaa SAHAKEIKKA hanketta.

Sami Perälä
Projektipäällikkö, kehittämispäällikkö
Hyvinvointi ja luovuus
ORCID 0000-0002-0853-3747
SEAMK

Merja Hoffrén-Mikkola
Tutkijayliopettaja
SEAMK

Arttu Mustajärvi
TKI-asiantuntija
Hyvinvointi ja luovuus
SEAMK

Aleksi Frimodig
TKI-asiantuntija
Digitalisaatio ja älykkäät teknologiat
SEAMK

Juha Viirimäki
Projektipäällikkö
Suomen metsäkeskus

Jussi Laurila
Projektipäällikkö
Suomen metsäkeskus

Lähteet

Bacic, M., Landekic, M., Pandur, Z., Susnjar, M., Sporcic, M., Nevecerel, H., & Lepoglavec, K. (2024). Forestry ergonomics publications in the last decade: A review. *Forests, 15*(4), 616. https://doi.org/10.3390/f15040616

Haapala, P.-M., Paavola, K., Hoffrén-Mikkola, M., & Frimodig, A. (2023). Työn fyysisen kuormittavuuden havainnointi yrityksissä – TATTI-hankkeen menetelmät ja yhteistyö yritysten kanssa. Teoksessa S. Päällysaho, T. Junkkari, M. Salminen-Tuomaala, S. Uusimäki, M. Karvonen & S. Saarikoski (toim.), *Seinäjoen ammattikorkeakoulu asiantuntijana, yhteistyökumppanina, kouluttajana ja TKIO-toimijana*. https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe20231211153209

Hellman, T., & Frimodig, A. (2021). Päälle puettavan kokovartalon liikkeenkaappauslaitteiston ja ergonomia-analyysiohjelmiston valinta tutkimuskäyttöön. Teoksessa S. Päällysaho, P. Junell, M. Salminen-Tuomaala, S. Uusimäki, & S. Saarikoski (toim.), *Seinäjoen ammattikorkeakoulu osaamisen, kilpailukyvyn ja hyvinvoinnin kasvattajana* (s. 105–121). (Seinäjoen ammattikorkeakoulun julkaisusarja A. Tutkimuksia 36). Seinäjoen ammattikorkeakoulu. https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2021122963322

Metsäkeskus. (i.a.). *Raivaa itsesi kuntoon*. https://www.metsakeskus.fi/fi/hankkeet/raivaa-itsesi-kuntoon

Rybnikár, F., Kačerová, I., Hořejší, P., & Šimon, M. (2023). Ergonomics evaluation using Motion Capture technology – Literature review. *Applied sciences, 13*(1), 162. https://doi.org/10.3390/app13010162

Perälä, S. (17.6.2026). Sahakeikka-hankkeessa testataan parityöskentelyä ja tuetaan kevytyrittäjyyttä. *@SEAMK-verkkolehti*. https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2026061772761

UPM Metsä. (24.6.2024). *Kunto kohenee metsätöissä: Syke nousee, kaloreita kuluu ja jalkalihakset saavat harjoitusta*. UPM Metsä. https://www.upmmetsa.fi/Artikkeleita/upm-metsa/2024/metsatyot-kohottavat-kuntoa/

Latva-Teikari, K. (27.12.2023). *Testit sen todistivat: Metsänraivaus käy peruskuntotreenistä myös himourheilijalle.* Yle. https://yle.fi/a/74-20066692