



Roni Eeronheimo

Skelex - työergonomian parantaminen ja tuotannon tehostaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

27.4.2021

Tiivistelmä

Tekijä:	Roni Eeronheimo
Otsikko:	Skelex - työergonomian parantaminen ja tuotannon tehostaminen
Sivumäärä:	37 sivua + 1 liitettä
Aika:	27.4.2021
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Rakennustekniikka
Ammatillinen pääaine:	Rakentamisen Projektinhallinta
Ohjaajat:	Työpäällikkö, Petteri Kärki Lehtori, Markus Immonen

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan Skelex-merkkisen eksoskeleton-tukirangan soveltuvuutta rakennustöihin, sen ergonomisia hyötyjä ja laitteen mahdollisuuksia tuotannon tehostamiseen. Tutkimuksen on tilannut Skanska Talonrakennus Oy. Tutkimustulosten on tarkoitus auttaa Skanskaa tekemään investointipäätös Skelexin suhteen. Skanskalla ei ole aikaisempaa kokemusta kyseisestä eksoskeletonista eli ulkoisesta tukirangasta.

Opinnäytetyö koostuu teoriaosuudesta ja tukirangan testauksen tuloksista. Teoriaosuudessa perehdytään rakennustyön ergonomiaan, rakennustyöstä aiheutuviin tuki- ja liikuntaelinsairauksiin ja niiden ennaltaehkäisyyn. Teoriaosuudessa keskitytään myös, miten rakennushankkeen suunnitteluvaiheissa tulisi huomioida työmenetelmät ja työn ergonomisuus. Teoriaosuuden jälkeen tutkimuksessa esitellään Skelexin toimivuus ja mihin käyttötarkoitukseen tukiranka on suunniteltu. Tukirangan soveltuvuutta rakennusalalle tutkittiin testaamalla sitä työntekijöillä. Testitulokset kerättiin kyselylomaketta käyttäen ja työntekijöiden vapaamuotoisen palautteen perusteella.

Opinnäytetyön tulokset osoittivat, että eksoskeleton Skelex auttaa ja keventää työskentelyä kädet ylhäällä. Tulokset myös osoittivat, että tukiranka pienentää niska- ja hartiasseudun räsitusta.

Tutkimustulos vastaa työn tavoitteeseen osoittamalla Skelexin tuoman hyödyn ylöspäin tehtävissä töissä. Tulokset auttavat tilaajayrityksen investointipäätöksen teossa.

Avainsanat: Eksoskeleton, Ergonomia

Abstract

Author: Roni Eeronheimo
Title: Skelex Improving Work Ergonomics and Streamlining Production
Number of Pages: 37 pages + 1 appendices
Date: 27 April 2021

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Construction Technology
Professional Major: Construction Project Management
Instructors: Petteri Kärki, Work Manager
Markus Immonen, Lecturer

This thesis studies the suitability of the Skelex exoskeleton for construction work as well as the ergonomic benefits and potential of the device to increase production efficiency. The thesis was commissioned by Skanska Talonrakennus Oy. The results of the study are intended to help Skanska make an investment decision regarding Skelex. Skanska has no previous experience of this exoskeleton.

The thesis consists of a theoretical part and the results of testing the exoskeleton. The theoretical part introduces the ergonomics of construction work, musculoskeletal disorders caused by construction work and their prevention methods. The theoretical part also focuses on how working methods and ergonomics of work should be considered in the design phases of a construction project. After the theoretical part the research presents the functionality of Skelex and the purpose for which the exoskeleton is designed. The suitability of the exoskeleton for construction work was tested by employees. The test period results were collected by using a questionnaire and by asking informal feedback from the employees.

The results of the thesis showed that the exoskeleton, Skelex helps and lightens working with arms up. The results also showed that the Skelex reduces the strain on the neck and shoulder area.

The results of the study support the aim of the of the thesis by demonstrating the benefits brought by Skelex when working arms up. The results will help the Skanska to make an investment decision.

Keywords: Exoskeleton, Ergonomics

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tutkimuksen tavoitteet	2
1.2	Tutkimuksen rajaus ja tutkimusmenetelmät	3
2	Rakennusalan työergonomia	3
2.1	Rakennusalan paineet työergonomian ennaltaehkäisyssä	3
2.2	Tuki- ja liikuntaelinsairauksien aiheuttajat	4
2.3	Ennaltaehkäisy	7
2.4	Yhteistyö työterveyshuollon kanssa	10
2.5	Tuki- ja liikuntaelinsairauksien kustannukset	11
3	Suunnittelu ja ergonomia	15
3.1	Tuotannon kehittäminen ja ergonomia	15
3.2	Ergonomia rakennushankkeessa	15
3.3	Hankintavaihe ja ergonomiatehtävät	16
3.4	Yleissuunnittelu ja ergonomiatehtävät	18
3.5	Tehtäväsuunnittelu ja ergonomiatehtävät	20
4	Eksoskeleton	22
4.1	Eksoskeleton työn apuvälineenä	22
4.2	Skelex 360 XFR tukiranka ja niskatuki	24
5	Skelex-tukirangan pilotointi	27
5.1	Testiryhmä ja tiedonkeruu	27
5.2	Testiryhmän lähtötilanne	29
5.3	Skelex ja työtehtävät	30
5.4	Niskatuki	34
5.5	Tuotannon kehitys	34
6	Johtopäätökset	35
7	Pohdinta	36
	Lähteet	38

Liitteet

Liite 1: Kyselylomake

Lyhenteet ja käsitteet

Alakatto Alas laskettu katto, peitetään esimerkiksi huoneiston katossa olevaa talotekniikkaa.

Eksoskeleton

Ulkoinen tukiranka, fyysisen työn kuormituksen keventämiseen. Tukee koko kehoa tai jotain kehon osaa.

TULE-sairaudet

Tuki- ja liikuntaelinsairaudet

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö tehdään Skanska Talonrakennus Oy:lle, Etelä-Suomen alueyksikön toimeksiannosta. Skanska on toiminut Suomessa vuodesta 1994 lähtien ja on tällä hetkellä yksi Suomen suurimmista rakennus- ja projektikehityspalveluita tarjoavista yrityksistä. Skanska tarjoaa laajasti rakentamisen palveluita, kuten asunto- ja toimitilarakentaminen, infrarakentaminen ja muut rakentamispalvelut. Suomessa Skanska Oy työllisti vuoden 2019 lopussa 2179 henkilöä. Skanskan tavoitteena on olla alan johtava ja vastuullinen yritys. Yritys haluaa löytää kestäviä ratkaisuja työntekijöiden hyvinvoinnin sekä työn ergonomian parantamiseksi.

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan eksoskeleton, Skelex-merkkisen ulkoisen tukirangan toimivuutta ja soveltuvuutta rakennusalan eri työtehtäviin. Skelex on ulkoinen tukiranka, joka toimii rakentajalle keventävänä työn apuvälineenä, pienentäen tuki- ja liikuntaelinten kuormitusta erityisesti olkapäiden ja niskahartiaseudulta. Tukiranka on suunniteltu työtehtäviin, joissa työskennellään kädet ylhäällä. Projektin päämääränä oli koordinoida ulkoisen tukirangan Skelexin testaaminen, joka piti sisällään testaaajien etsimisen ja kokeilun seurannan kyselyiden avulla. Käyttäjäkokemusten perusteella pyritään antamaan vahvistusta tilaajan investointipäätökselle.

Rakennusalan työntekijän työskentelyasennot ovat usein epäergonomisia ja fyysisesti kuormittavia. Rakennustyössä tehdään paljon toistoja, minkä lisäksi työssä tehdään runsaasti nostoja tai kannatellaan materiaalia tai työkoneita kädet ylhäällä. Kun rasitus sekä liikeratojen toistot vaikeissa asennoissa on jatkuvia, silloin kuormitetaan erityisesti tuki- ja liikuntaelimiä. Rakennusalalla sairauspoissaoloja on keskimääräisesti enemmän kuin muilla aloilla. Poissaolojen yleisimpinä syinä on tuki- ja liikuntaelinsairaudet. Työstä aiheutuvat sairauspoissaolot sekä työperäiset vammat aiheuttavat vuosittain merkittäviä kustannuksia työnantajille. Suomessa tuki- ja liikuntaelinsairauksien takia jätetään eniten enenaikaisesti pois työstä.

Yhteiskunnassa ja erityisesti rakennusalalla tuki- ja liikuntaelinsairauksien ehkäisy on suuri haaste. Suomen työvoimasta 9 % työskentelee enemmän kuin 1-2 tuntia päivittäin tehden yläkätisiä töitä. Erilaisia ratkaisuja on kehitelty, kuten esimerkiksi avustavia ulkoisia tukirankaratkaisuja. Yksi tällainen tuote on Skelex 360 XFR, jonka on todettu keventävän ylöspäin tapahtuvaa työtä, tehden työstä ergonomisempaa ja vähemmän kuormittavaa. Skelex 360 XFR on käytössä jo useilla teollisuuden aloilla, erityisesti autoteollisuudessa raskaan linjatyön vuoksi. Rakennusteollisuudessa eksoskeletonit eivät ole vielä ottaneet merkittävää asemaa työn kuormituksen keventämisessä. [1.]

Tämän opinnäytetyö voidaan jakaa kahteen vaiheeseen. Teoriaosuus pitää sisällään rakennusalan työergonomian, siihen kohdistuvat määräykset, ergonomian huomioinnin rakennushankkeen eri suunnitteluvaiheissa sekä työterveyshuollon merkityksen työhyvinvointiin. Toinen vaihe käynnistyi jalkauttamalla Skelex työmaalle. Sen jälkeen etsittiin tutkimukseen sopivat työntekijät, joiden työtehtävissä työskentelyasento on usein kädet hartia linjan yläpuolella. Skelexiä käyttäjättestaukset kestivät noin 15 viikkoa ja niihin osallistui viisi eri käyttäjää. Opinnäytetyön kenttätutkimustyössä selvitettiin rakentajilta käyttäjäkyselyjen avulla Skelexin käyttökokemuksia ja laitteen ominaisuuksia sekä soveltuvuutta rakennustyöhön.

1.1 Tutkimuksen tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on kerätä tietoa tilaajayritykselle Skelexin toimivuudesta rakennusalan eri työtehtävistä. Työssä pyritään löytämään perustelut laitteen kannattavuudelle ja toimivuudelle. Tutkimuksessa tarkastellaan muun muassa seuraavia kysymyksiä, kuten:

- tuoko laite apua työssä jaksamiseen,
- keventääkö laite työskentelyä ja
- auttaako laite palautumiseen tai vähentääkö laitteen käyttö työstä aiheutuvia särkyjä.

Tämän lisäksi tarkastellaan myös laitteen kannattavuutta tuotannon näkökulmasta. Tutkimuksen tarkoituksena on saada tietoa myös investointipäätöksen tueksi.

1.2 Tutkimuksen rajaus ja tutkimusmenetelmät

Tutkimuksen teoreettisessa osuudessa käydään läpi rakennusalan työergonomiaa sekä työturvallisuutta päällisin puolin, niin että ne luovat pohjan itse tutkimuskohteelle. Eksoskeleton-tukirangoista on vähäinen määrä kirjallisuutta tai tieteellistä näyttöä, koska ne ovat olleet markkinoilla vasta lyhyen aikaa. Tämän vuoksi teorian löytäminen eksoskeletoneista oli jokseenkin haastava.

Tutkimustyössä esitellään avustava tukiranka, Skelex merkinen ulkoinen eksoskeleton. Lisäksi työssä tutkitaan, kuinka Skelex soveltuu rakennustöihin käytännössä. Rakennustyön käyttäjäkokemuksia kerätään kyselylomakkeen avulla, minkä lisäksi laitteen testaajilla oli mahdollisuus kommentoida kokemuksiaan vapaamuotoisesti. Näillä menetelmillä kerättiin tilaajayritykseen tarvitsema informaatio.

2 Rakennusalan työergonomia

2.1 Rakennusalan paineet työergonomian ennaltaehkäisyssä

Rakennusala on tunnetusti erittäin vaikea työergonomian näkökulmasta, sillä alan työtehtävät ovat monilta osin fyysisesti raskaita. Rakennustyöt sisältävät pääosin jatkuvaa toistotyötä ja pitävät sisällään hankalia työasentoja sekä käsin tehtäviä nostotöitä. Työmaaympäristö muuttuu jatkuvasti, mikä tuo lisävaatimuksia työntekijöille ja töiden suunnittelulle. Lisäksi rakennusalalla on jatkuva pula ammattitaitoisista rakentajista. Rakentajien ikääntyminen ja työssä pysyminen luovat omat ongelmansa rakennusyriyksille. Yritysten on panostettava siihen, että ammattitaitoiset työntekijät pysyvät mahdollisimman pitkään työelämässä. Jatkuva tuki- ja liikuntaelinten kuormitus johtaa tuki- ja liikuntaelinsairauksiin (TULE-sairaudet). Onkin ensisijaisen tärkeää, että tuki- ja liikuntaelimiin

kohdistuvat vaarat tulee osata tunnistaa ja torjua ergonomisin vaihtoehdoin. Kun yritys ja työntekijät ylläpitävät ergonomista työskentelytapaa, ehkäistään tuki- ja liikuntaelinten kuormitusta ja näin vähennetään siitä johtuvia sairauspoissaoloja ja ennen aikaista eläkkeelle jäämistä. [2, s. 5.]

Rakennusyrittäjillä on erilaisia toimitapoja ennaltaehkäistä TULE-sairauksia, kuten järjestää työntekijöille aamujumppaa, pitää tietoisuuskurssia hyvästä ergonomiasta jne. Työsuojeluviranomaisten valvoma lainsäädäntö edellyttää rakennusalan yrityksiltä työtapa- ja työtapaturmien ennaltaehkäisyä. Se ei kuitenkaan riitä. Yrityksillä tulisi olla käytössä myös toimitavat, jotka ehkäisevät tuki- ja liikuntaelinsairauksia. Työnantajan on opastettava työntekijää vaarojen välttämiseksi ja lisäksi työnjohton tulee valvoa ohjeiden noudattamista. [2, s. 5.]

2.2 Tuki- ja liikuntaelinsairauksien aiheuttajat

Rakennustyössä on useita eri tekijöitä, jotka aiheuttavat tuki- ja liikuntaelinhaittoja. Rakennustyömaalla tapahtuva työ pitää sisällään paljon nosto- ja siirto-työtä, voimankäyttöä, haastavia työasentoja ja jatkuvaa toistotyötä. Myös työympäristön järjestys ja siisteys on tärkeää. Epäsiisti ja huono järjestys voi aiheuttaa työtapa- ja tapaturman ja näin välillisesti johtaa tuki- ja liikuntaelinvaikeuksiin. Lisäksi tapaturmista johtuvat loukkaantumiset voivat myöhemmin johtaa tuki- ja liikuntaelinsairauksiin. Rakennusalalla TULE-haittoja voi syntyä esimerkiksi seuraavista syistä:

- käsin tehtävät nostot ja siirrot
- hankalat työasennot
- voiman käyttö
- asenteet (mm. välinpitämättömyys, totutut työtavat)
- työympäristö
- osaaminen
- yksilölliset ominaisuudet.

Rakennustyön fyysisen vaativuuden ja työympäristön haasteiden lisäksi tuki- ja liikuntaelinhaittoja syntyy myös työntekijöiden asenteiden ja osaamisen vuoksi. Työmailla törmätään usein totuttujen asenteiden aiheuttamiin ongelmiin. Rakennustyöntekijä voi esimerkiksi nostaa käsin materiaalia alaselkää kuormittavalla tavalla vanhasta tottumuksesta. Ergonomisten ratkaisujen ja työtapojen vähättely näkyy siten, että työntekijä luottaa totuttuihin vanhoihin tapoihinsa ja näin olleen ottaa henkilökohtaisia riskejä. Myös vanhemmalla iällä fyysinen työkyky heikkenee, erityisesti jos fyysisestä kunnosta ei pidetä huolta. Näin ollen äkillisestä fyysisestä ponnistuksesta voi myös aiheutua tuki- ja liikuntaelinvaiva, erityisesti jos työn liikeradat eivät ole hallittuja ja ergonomisia. [2, s. 8.]

Henkilöllä, jolla ei ole pitkää rakennusalan työkokemusta, ei välttämättä ole riittävää osaamista sekä tietoa rakennustyön ergonomiasta ja työn kuormittavuuden ehkäisystä. Onkin ensisijaisen tärkeää, että yrityksen johdolla, työnjohdolla ja työntekijällä on riittävä ja oikeaoppinen tieto rakennustyön ergonomiasta. Työnjohdon tulee valvoa ja pitää huoli, että rakennustyöntekijät ovat perillä rakennustyön ergonomiasta ja tietoisia rakennustyön aiheuttamista riskeistä tuki- ja liikuntaelimiin sekä miten riskejä voidaan oikeaoppisesti estää. Nämä asiat tulisi sisältyä uuden työntekijän perehdytyksessä. Lisäksi työ tulee suunnitella siten, että työssä käytetään siihen tarkoitettuja siirtovälineitä ja työtä keventäviä koneita. [2, s. 9.]

Rakennustyömailla suositaan usein urakkatyötä, sillä se on ajallisesti kannattavaa. Kyseisiä urakkatöitä ovat esimerkiksi perustustyöt, elementtiasennus, vesikattotyöt, väliseinätyöt sekä laatoitus- ja kalusteasennus. Urakkatyöt muodostuvat jonkin työsuorituksen, hinnan ja ajan muodostamasta kokonaisuudesta. Työntekijää urakkatöissä houkuttaa mahdollisuus tienata enemmän ansioita. Tästä johtuen työ suoritetaan mahdollisimman nopeasti. Nopeatempoisessa urakkatyössä tulee tehtyä helposti ratkaisuja, joissa ergonomisia työtapoja ei noudateta ja tuki- ja liikuntaelimet joutuvat kuormittavasti rasitukselle. Ammattirakentajat tekevät jotain tiettyä työvaihetta useita vuosia, jolloin työstä muodostuu jatkuvaa toistotyötä. Toistotyö aiheuttaa rasitusta ja kulutusta tuki- ja liikuntaelimille. [2, s. 9.]

Rakennustyömaalla työt sisältävät jatkuvia käsin tehtäviä siirtoja ja nostoja. Apuna on siirtovälineitä, mutta niitä ei pystytä joka tilanteessa hyödyntämään. Hankalia työasentoja joudutaan valitettavasti tekemään, jotta työt saadaan suoritettua. Rakennustyöntekijä joutuu työskentelemään kyykyssä tai polvillaan, selkä tai pää taipuneena sekä kiertyneenä, kädet koholla, kädet yli hartialinjan. Työssä myös esiintyy useasti materiaalin tai työvälineen kurottelua ja kannattelua. Näitä hankalia työasentoja esiintyy myös samanaikaisesti. Kyseiset hankalat työskentelyasennot aiheuttavat suurta fyysistä kuormitusta ja lisää riskejä loukkaantumiselle. [3.]

Vuonna 2010 toteutettiin Skanska jaksava -hanke, missä tutkittiin rakennustyöntekijöiden kuntoa, työn fyysistä kuormittavuutta ja siihen vaikuttamista. Tutkimuksessa ilmeni hankalien työasentojen olevan todella pitkäkestoista. Jopa 18 % rakennustyöntekijöistä ilmoitti työskentelevänsä selkä kuormittavassa asennossa yli 5 tuntia päivässä ja 30 % työskenteli 2-5 tuntia päivässä. Kun taas 13 % ilmoitti työn tapahtuvan niska kuormittavassa asennossa yli 5 tuntia päivässä ja 21 % 2-5 tuntia. Vastaavasti 10 % työskenteli kädet ylhäällä yli 5 tuntia päivässä ja 19 % 2-5 tuntia päivässä. Vastaajista 5 % ilmoitti työskentelevänsä kyykyssä tai polvillaan yli 5 tuntia päivässä ja 24 % 2-5 tuntia päivässä. Raskeissa nostoissa, kuten yli 25 kg materiaalien nostoissa 23 % rakentajista käytti apunaan toista työntekijää tai apuvälinettä. [4, s. 43.]

Skanska jaksava -tutkimuksessa mainitaan rakennusvaiheen raskaimmat työvaiheet. Kyseisiä kuormittavia vaiheita on työmaamestareiden mukaan elementtiasennus, raudoitus-, muotti- ja valutyöt, väliseinä- ja lattiatyöt ja piikkaustyöt. Myös levyjen nostelu, polvillaan työskentely, siirto- ja toistotyöt lasketaan mukaan raskaimpiin työvaiheisiin. Elementtityön vaativuus on isojen massojen käsittelyssä. Painavimmat elementit ovat yli 10 t/kg ja se tulee vääntää paikoilleen. Raudoitustyössä käsitellään painavia kankia ja verkkoja, jolloin työskentelyasennot ovat useasti selkä kaarella tai kontallaan. Muottityössä muotit ovat raskaita ja asennot kuormittavia. Väliseinätyössä käsitellään kipsilevyjä, jotka painavat noin 30 kg ja niitä nostetaan seiniin sekä kattoon. Levyjen kiinnityksessä käsitellään ruuvikonetta, jota käytetään useasti hartialinjan yläpuolella. Yllä

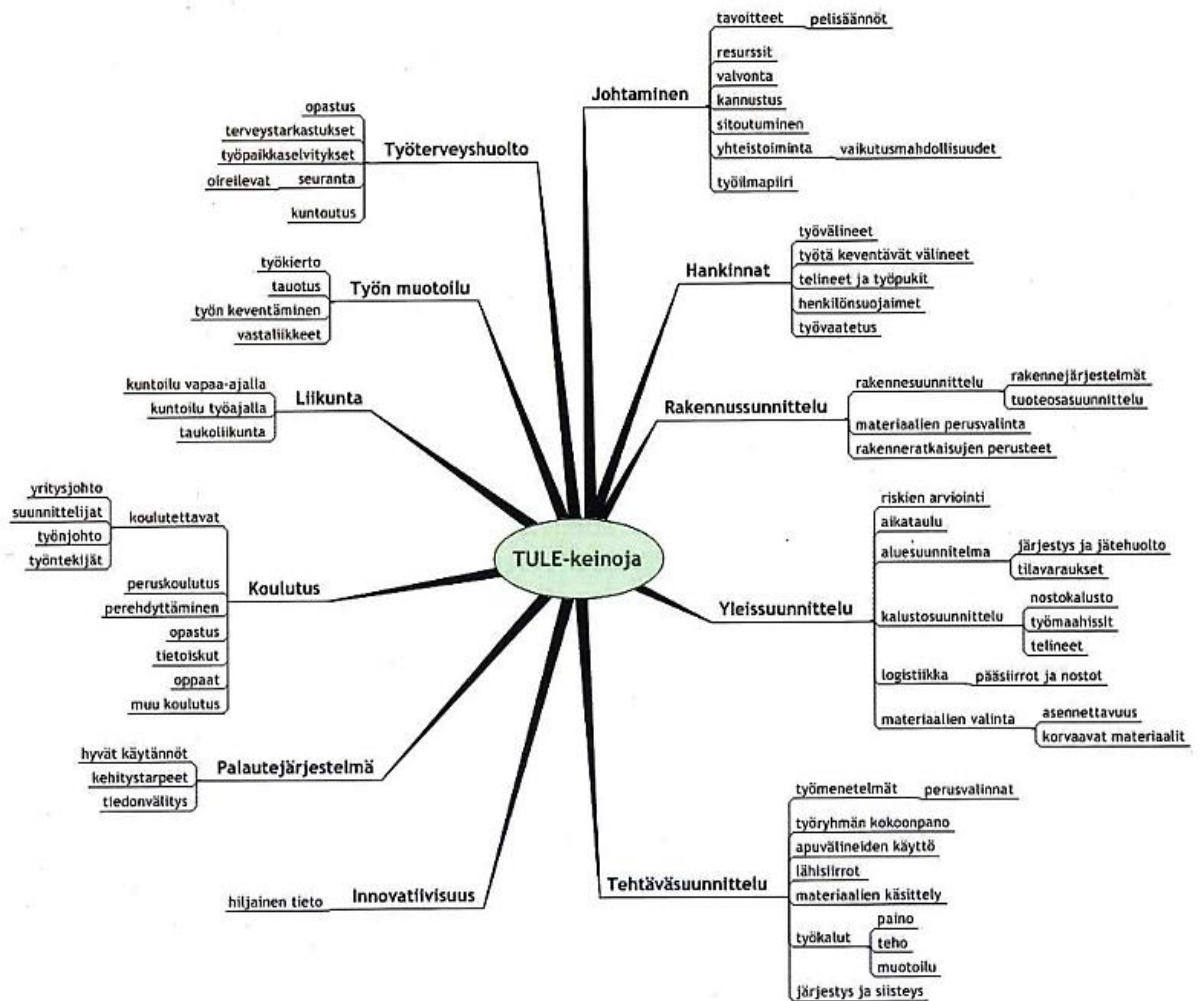
mainitut työt suoritetaan usein urakkatyönä, jolloin siihen sisältyy toistoja, voiman käyttöä ja kuormittavuutta. [4, s. 44-45.]

Työmaan työympäristö on vaativa, siellä esiintyy jatkuvasti melua ja pölyä, sääolosuhteet tuovat omat ongelmansa sekä työvaiheiden edetessä työympäristö on jatkuvassa muutostilassa. Epäsiisti ja huono järjestys aiheuttaa hankaluuksia materiaalien siirroissa, hankaloittaa apuvälineiden käytön sekä erityisesti altistaa työntekijöitä riskille esimerkiksi kompastua. [3.]

Varsin yleisenä ongelmana on myös, ettei rakennusalalla käytetä työn suorituksessa keventäviä välineitä riittävästi. Syinä käyttämättömyydelle ovat usein asenneongelmat: ei haluta muuttaa tottuja työskentelytapoja. Syinä voivat olla myös puutteet itse apuvälineissä tai niiden saatavuudessa, käytettävyydessä ja työn suunnittelussa. Onkin erityisen haastavaa löytää oikea väline tiettyyn työhön ja saada työntekijä vielä käyttämään apuvälinettä oikein. [2, s. 10.]

2.3 Ennaltaehkäisy

Rakennustyöntekijän tuki- ja liikuntaelinten kuntoon ja hyvinvoinnin edistämiseen on monia keinoja, kuten kuvassa 1 on esitetty.



Kuva 1. Rakennustyössä, TULE-hyvinvointiin on monia eri keinoja. [2, s. 14.]

On ensisijaisen tärkeää, että rakentamisen suunnittelu tehdään huolellisesti etukäteen. Hyvällä suunnittelulla pystytään ennaltaehkäisemään tuki- ja liikuntaelinten kuormittavuutta ja lisäksi luodaan parhaat mahdolliset puitteet ergonomiselle rakentamiselle. Suunnittelun avulla pystytään määrittelemään sopivien välineiden ja laitteiden käyttö sekä tunnistamaan ja eliminoimaan vaaratekijät. [5, s. 4.] Parhaisiin tuloksiin päästäisiin, kun toteutusvaiheen suunnittelussa varmistetaan työvaiheiden turvallisuus yhteistyössä työnjohton ja työntekijöiden kesken. Yksi avainkeinoista tuki- ja liikuntaelinsairauksien ennaltaehkäisyssä on johtaminen. Määrätietoisella johtamisella tarkoitetaan, että asetetaan selkeät tavoitteet TULE-sairauksien ehkäisylle: mm. työntekijöiden kehittäminen, valvonta, kannustus sekä sitoutuminen uusiin innovatiivisiin toimintatapoihin. [2, s. 15.]

Tämän päivän rakennusyrietykset panostavat ennaltaehkäisyyn monin tavoin. Henkilöstöä kehitetään perehdyttämällä työhön, tarjoamalla erilaisia koulutuksia, järjestämällä tietoiskuja ja turvallisuusviikkoja sekä kokoamalla oppaita. Onkin erityisen tärkeää, että rakennushankkeen kaikki osapuolet, kuten yritysjohto, suunnittelijat, työnjohto sekä työntekijät ovat valveutuneita ja suosivat päätöksissä ja suunniteluissa ergonomisia työskentelytapoja. [2, s. 15.]

Työturvallisuuslaissa on määritelty, mitä yrityksen tulee vähintään huomioida työn järjestämisessä ja suunnittelussa. Säännöksissä määritetään, että työ ja työmenetelmät sekä niissä tarvittavat työvälineet on valittava sen mukaan, että työtehtävä voidaan suorittaa ergonomisesti ja ettei työstä aiheudu työntekijän terveydelle haitallista tai vaarallista kuormitusta. On myös otettava huomioon seuraavat seikat:

- työntekijällä on tarvittava tila työn suorittamiseen ja mahdollisuus vaihdella työasentoa
- apuvälineitä tulee käyttää mahdollisuuksien mukaan
- käsin tehtävät nostot ja siirrot pitää pystyä tekemään mahdollisimman turvallisesti
- toistotyö on minimoitava. [6, s. 16.]

Rakennusyrietyksen on siis suunniteltava ja huomioitava työn suunnittelu turvallisuuden ja ergonomian kannalta erityisen tarkasti. Näin vältytään työstä aiheutuvia tapaturmia sekä pystytään tarjoamaan työntekijälle mahdollisimman turvalliset työolosuhteet.

Tilaaajayrietyksellä on käytössä Skanska-pakka, joka on kätevä ratkaisu yhteisten pelisääntöjen saavuttamiseksi. Skanska-pakassa määritellään säännöt jokaiselle Skanskan työmaalla työskentelevälle. Säännökset pohjautuvat Suomen lainsäädäntöön ja Skanskan omiin hyväksi havaittuihin toimitapoihin. Skanska-pakka on nykyaikainen sovellus ja sen käyttö on luotu käyttäjätavalliseksi. Työntekijä pääsee älypuhelimella QR-koodia käyttäen suoraan ohjelmistoon. Sovellus kattaa rakennustyömaan turvallisuus- ja ympäristösääntöjä, joiden avulla työntekijä pystyy tarkistamaan oikeat toimitavat, mikäli ne ovat päässeet

unohtumaan. Ergonomian näkökulmasta sovelluksesta löytyvät ohjeet ja säännökset, työskentelymenetelmät, henkilösuojaimien ja apuvälineiden käyttö, riskinotto, järjestys ja pölyisyys, logistiikka sekä muut keskeiset rakennustyömaalla työskentelyyn liittyvät asiat. Sovellus on loistava esimerkki, kuinka saada kattava ja yksinkertainen tietopaketti toimimaan työmaan turvallisuuden ja järjestyksen edistämiseksi. Lisäksi sovelluksessa on valittavana käytettäväksi kolmelle eri kielelle. Skanska-pakan paperinen versio otettiin käyttöön vuonna 2008. Mobiiliversio tuli käyttöön vuonna 2016. Työmaaperehdytyksessä annetaan työntekijälle QR-koodi Skanska-pakan käyttöön. [7.]

2.4 Yhteistyö työterveyshuollon kanssa

Työterveyshuollon tehtävä on panostaa yhteistyössä työpaikan kanssa työntekijöiden hyvinvointiin, työssä jaksamiseen sekä ennaltaehkäistä työtapaturmia, kuten tuki- ja liikuntaelinsairauksia. Työterveyshuollon ammattilaiset ja työpaikka määrittelevät työterveystarpeet. Työterveyslaitoksen mukaan työterveyshuollon tavoitteena on yrityksen kanssa yhteistoimin edistää:

- sairauksien ja tapaturmien ehkäisyä (työhön liittyvien)
- työympäristön ja työn terveellisyyttä sekä turvallisuutta
- työntekijöiden terveyttä ja työkykyä. [8.]

Työterveyshuolto tarjoaa työpaikalle ammattilaisen näkökulman, tarjoten tukea rakentajan työhön ja työmenetelmien kehittämiseen, suunnitteluun sekä esimerkiksi tauotukseen ja vastaliikkeiden tekoon. Työterveyshuolto myös tarjoaa asiantuntevaa apua työntekijöille fysioterapiassa sekä voi myös ohjata tarpeen vaatiessa kuntoutukseen. [2, s. 27-28.]

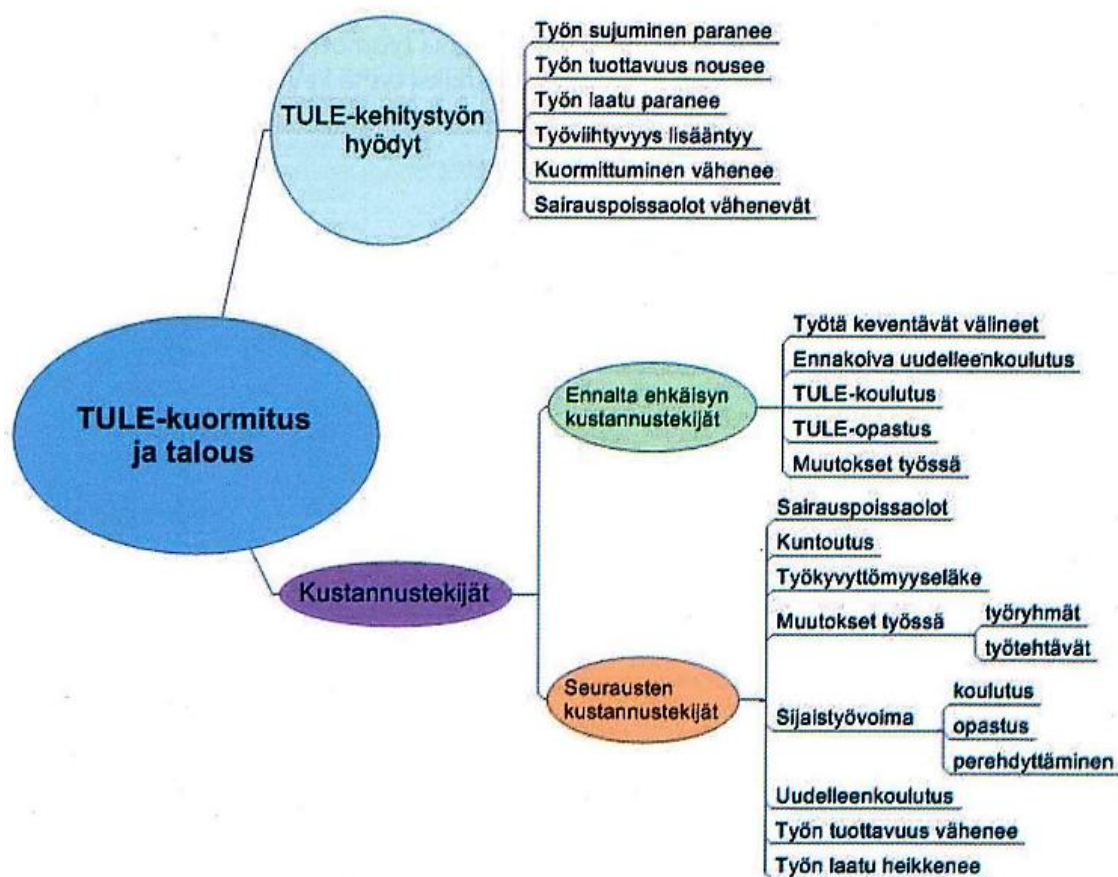
Työterveyshuollon asiantuntijan mukaan rakennustyössä tarvitaan ergonomian lisäksi hyvä peruskunto. Erityisesti nuorten rakentajien kunto on huonontunut ja on huomattu, että nuorten työntekijöiden keho ei kestä montaa vuotta työskentelyä. Erityisen tärkeää rakennustyössä on, että jokainen työntekijä pitää huolta omasta terveydestä ja jaksamisesta. Tämä tapahtuu mm. säännöllisellä

liikkumisella, noudattaen ergonomisia työmenetelmiä sekä käyttäen työssä keventäviä apuvälineitä. Yhdessä nämä menetelmät auttavat minimoimaan tuki- ja liikuntaelinsairauksia. Työntekijällä voi olla myös uusia ideoita työtapoihin, ergonomista osaamista, tietoa toimivista apuvälineistä sekä työmenetelmistä, joita yritys pystyisi hyötymään laajalti. Innovatiivinen ajattelu ja sen kehittäminen sekä palkitseminen onkin todettu hyvien työmenetelmien kanssa varsin tehokkaaksi käytännöksi. [9.], [2, s. 15.]

Skanska on panostanut työterveyshuoltoonsa merkittävästi viime vuosina ja se onkin tuottanut varsin hyviä tuloksia. Viimeisen yhdeksän vuoden aikana työtaturmien määrää on saatu vähennettyä peräti 90 %. Yrityksessä jäädään työkyvyttömyyseläkkeelle 6–7 vuotta myöhemmin kuin rakennusalalla keskimäärin. Lisäksi panostuksen myötä sairauspoissaolot ovat vähentyneet. Voidaan todeta, että sisukkaalla ja tiiviillä yhteistyöllä voidaan saavuttaa huomattavia tuloksia, pidentäen työntekijän työikää sekä samalla parantaen terveyttä. [10.]

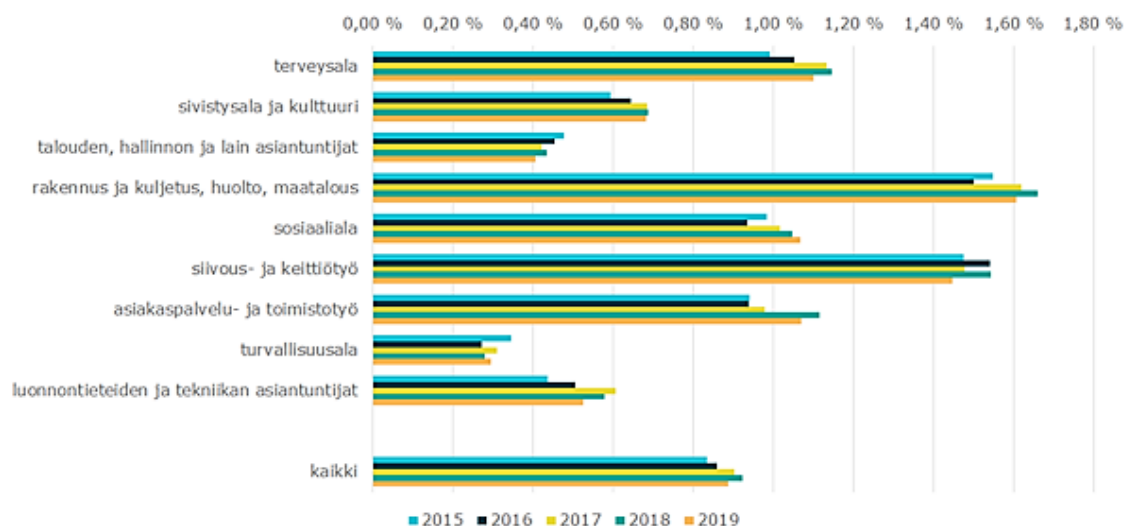
2.5 Tuki- ja liikuntaelinsairauksien kustannukset

Tuki- ja liikuntaelinsairauksien seuraamukset näkyvät sairauspoissaoloina, kuntoutuskustannuksina, ennenaikaisina työkyvyttömyyseläköitymisinä ja vakuutusmaksuina. Työntekijöiden sairauspoissaoloista ja ennenaikaisesta työkyvyttömyyseläkkeestä aiheutuu mittavia kuluja yritykselle ja yhteiskunnalle. Tuki- ja liikuntaelinsairaudet kattavat kolmanneksen sairauspoissaolopäivien kuluista talonrakennustyössä. [11.] Tuki- ja liikuntaelinoireet näkyvät myös rakentajan työssä, esimerkiksi työn valmistuminen viivästyy tai työn laatu voi olla heikompaa. Lisäksi yritykselle muodostuu lisäkuluja mm. uuden työvoiman rekrytoinnista ja perehdytyksestä. Edellinen työntekijä on voinut myös omata merkittävän ammattitaidoin, jota ei koulutuksilla tai rahalla pystytä hankkimaan. TULE-vaivojen ennaltaehkäisy on pitkässä juoksussa yritykselle taloudellisesti kannattavaa. [2, s. 12.] Kuvassa 2 on esitettyä tuki- ja liikuntaelinvaivojen kuormituksen kustannustekijät sekä kehitystyön hyödyt.



Kuva 2. Tuki- ja liikuntaelinten kuormitus ja talous. [2, s. 12.]

Eläkelaitos Keva:n vuonna 2019 julkaisemien tilastojen mukaan julkisenalan työntekijöistä 35 % jäi ennenaikaiselle työkyvyttömyyseläkkeelle tuki- ja liikuntaelinsairauksien vuoksi. Vaikka prosentuaalinen luku on korkea, on tulos silti hie- man laskemaan päin. Tuki- ja liikuntaelinsairauksiin on alettu löytää keinoja am- matillisen kuntoutuksen avulla. Eri ammattiryhmistä rakennusala on tilastollisesti työkyvyttömyyseläköitymisen kärkipäässä (kuva 3). Rakennusalalla joka kolmas jää työkyvyttömyyseläkkeelle tuki- ja liikuntaelinsairauksien takia. Vertaillen am- mattiryhmiä, vuonna 2019 työkyvyttömyyseläkkeelle jäi rakennus-, kuljetus-, huolto- ja maataloustöistä keskimäärin neljä kertaa enemmän ihmisiä kuin ta- louden, hallinnon ja lain asiantuntijatehtävistä. [12.]



Kuva 3. Ennenaikaiselle työkyvyttömyyseläkkeelle siirtyneet ammattiryhmittäin, vuodet 2015-2019. [12.]

Skanska-konsernissa työntekijöiden sairauspoissaoloprosentti oli vuonna 2020 4,3 %, tarkoittaen 10,9 sairauspoissaolopäivää henkilöä kohden vuodessa. Niistä tuki- ja liikuntaelinsairauksien aiheuttamia sairauspoissaolopäiviä oli 4,2 päivää henkilöä kohden vuodessa. Vuonna 2018 sairauspoissaoloprosentti oli 5,8 %, eli 14,6 sairauspoissaolopäivää henkilöä kohden vuodessa, joista tuki- ja liikuntaelinsairauksien aiheuttamia sairauspoissaolopäiviä oli 6,5 päivää henkilöä kohden vuodessa. Voidaankin todeta, että tuki- ja liikuntaelinsairaudet ovat keskeisiä sairauspoissaolojen aiheuttajia. Vuonna 2020 sairauspoissaoloista 38 prosenttia oli tuki- ja liikuntaelinsairauksista johtuvia. [13.] Lisäksi ennenaikaiselle työkyvyttömyyseläkkeellä kolmasosa johtuu tuki- ja liikuntaelinsairauksista sekä ovat yleisin syy kuntoutukseen haettaessa. [4, s. 11.]

2018-2020 välisenä aikana sairauspoissaolopäiviä on saatu laskemaan neljällä yksiköllä henkilöä kohden ja tuki- ja liikuntaelinsairauksista johtuvia sairauspoissaolopäiviä on saatu laskettua 2,3 yksikköä. Syyksi sairauspoissaolojen sekä tuki- ja liikuntaelinsairauksien tilastolliselle laskulle voidaan pitää seuraavia seikkoja: parannusta työn suunnittelussa, henkilöstön ergonomian parempaa huomioimista, työmaiden siisteyttä ja järjestyksen on kohentumista, työterveyshuollon kattavaa panostusta sekä kuntoutusta. Lisäksi yhtenä merkittävänä tekijänä

voidaan pitää vuonna 2018 tehtyä periaatesäännöstä koskien työmaa-aikaisia hissejä. Säännös edellyttää, että rakennuksen ollessa kolme kerrosta korkea tai korkeampi, on työmaan henkilöstöllä oltava käytössä työmaa-aikainen hissi.

[13.] Rakennustyön ollessa itsessään niin kuormittavaa, on työmaa-aikaisten hissien tarkoitus vähentää työntekijä kuormitusta. Näin merkittäviin tuloksiin päästään vain, kun yritys sitoutunut panostamaan työhyvinvointiin ja työturvallisuuteen sekä tiiviillä yhteistyöllä työterveyshuollon kanssa.

Tilaaajayrityksen työhyvinvointipäällikön mukaan sairauspoissaolo kustantaa yritykselle karkeasti arvioituna 350 €/pv. Tähän kustannukseen on huomioitu suoraa kuluja, kuten sairausajan palkka sivukuluineen sekä välillisiä kuluja, joita on esimerkiksi sijaisen palkkakulut ja työn viivästy miskulut sekä muut mahdolliset kulut mitä sairauspoissaolopäivä voi aiheuttaa. Mikäli työntekijä jää ennen aikaisella työttömyyseläkkeellä, siitä syntyy mittavat kustannukset työnantajalle. Esi-merkinä 50-vuotiaan rakennustyöntekijän ennen aikainen työkyvyttömyyseläke aiheuttaa yritykselle n. 250 000 € menot. Kyseinen eläkemeno muodostuu monimutkaisesta maksuluokkasysteemistä, mutta summaa voidaan pitää realistisena, mikä yritykselle lopulta tulee maksettavasti. [13.]

Lisäksi työhyvinvointipäällikön mukaan sairauspoissaolosta muodostuu työntekijälle taloudellisia menetyksiä. Pidempi sairauspoissaolo pudottaa työntekijän automaattisesti Kelan sairauspäivärahalle, joka on suuruudelta vajaan 60% työntekijän palkasta. Mikäli työntekijä joutuu jäämään ennen aikaiselle työkyvyttömyyseläkkeelle, on tuki huomattavasti pienempi kuin palkka. Lisäksi työkyvyttömyyseläke syö myös vanhuuseläkettä, sillä sen aikana työntekijällä ei ole palkkatuloja. [13.] Voidaan siis pitää kaikkien osapuolten näkökulmasta kannattavana, että yritys panostaa kokonaisvaltaisesti työhyvinvointiin ja turvallisuuteen. Oikeilla menetelmillä yritys pystyy säästämään merkittäviä kustannuksia. Työhyvinvoinnin kasvaessa myös tuottavuus paranee.

3 Suunnittelu ja ergonomia

3.1 Tuotannon kehittäminen ja ergonomia

Rakennustyössä tuotantoa kehitetään monilla tavoin, kuten viime aikoina esillä olleilla tahtiaikataululla ja lean-ajattelulla. Näillä menetelmillä pyritään tehostamaan tuotantoketjua ajallisesti ja karsimaan pois mahdollista hukkaa. Tuotannon kehityksessä voi jäädä huomioimatta työntekijän hyvinvointi ja työn ergonomia, kun keskitytään vain isoon kokonaisuuteen. Työtehtävät voivat muuttua aikataulullisesti kireämmäksi, jolloin vaiheiden kestot lyhenevät ja toistotyö lisääntyy. Silloin työssä esiintyvät riskit ja vaarallisuus lisääntyvät sekä tuki- ja liikuntaelimien kuormitus kasvaa. Seurauksena voi esimerkiksi olla, että ns. karsittu hukka onkin ollut urakkatyöntekijälle taukoa toistotyöstä tai muuten kuormittavasta työstä. On siis syytä tarkastella, millaisia muutoksia tuotannon tehostaminen tuo työntekijän kokonaiskuormittavuuteen ja työn ergonomiaan. [14, s. 6.]

Yrityksen panostuksella ergonomiaan ja sen myötä työhyvinvointiin on todettu olevan välittömiä tulosvaikutuksia. Työntekijöiden hyvinvoinnin on huomattu vaikuttavan yrityksen kilpailukykyyn, tuottavuuteen ja taloudelliseen tulokseen. Lisäksi sen on todettu vähentävän sairauspoissaoloja, työtapaturmia sekä ehkäisevän ennenaikaista eläköitymistä. Kun yritys satsaa työntekijöiden terveyteen ja hyvinvointiin, sen positiiviset tulokset näkyvät työilmapiirissä ja työviihtyvyydessä sekä niiden myötä tuottavuuden kehityksessä. [15, s. 63.]

3.2 Ergonomia rakennushankkeessa

Rakennusyritys pystyy vaikuttamaan merkittävästi työn ergonomiaan rakennushankkeen eri vaiheissa. Ennakoivalla ja täsmällisellä suunnittelulla pystytään minimoimaan rakennustyössä esiintyvät hankalat työasennot, toistotyöt, taakkojen nostot sekä muut tuki- ja liikuntaelimille haitalliset työmenetelmät. Yksinkertaisia keinoja ovat ergonomiset materiaalivalinnat, oikeat työtavat ja työryhmän koko sekä apuvälineet. Parhaat tulokset saavutetaan, kun työntekijästä yritysjohdosta myöten ollaan sitoutuneita ja valveutuneita parantamaan työn

ergonomia. Kun jo suunnitteluvaiheessa tunnistetaan tuki- ja liikuntaelinhaittoja koskevat vaarat ja riskit, ne pystytään torjumaan tai ainakin minimoimaan vaikutukset. [2, s. 16.]

Rakennushankkeen kulku alkaa yleissuunnittelusta, joka yleensä tehdään ennen varsinaista rakennustyömaan käynnistämistä. Yleissuunnitteluvaiheessa laaditaan muun muassa yleisaikataulu, työmaan aluesuunnitelma, hankintasuunnitelma sekä tavoitebudjetti.

Yleissuunnitteluvaiheen keskeisimmät prosessit ovat yleisaikataulu, työmaan aluesuunnitelma sekä keskeisimpien tuotantomenetelmien määrittely. Tuotannon suunnittelun jokaisessa vaiheessa on syytä laatia ergonomiset työmenetelmät minimoidakseen työn kuormitusta. Yksittäisessä hankkeessa ergonomian kannalta merkittävimmät vaiheet ovat yleissuunnittelu ja tehtäväsuunnittelu. [2, s. 29.]

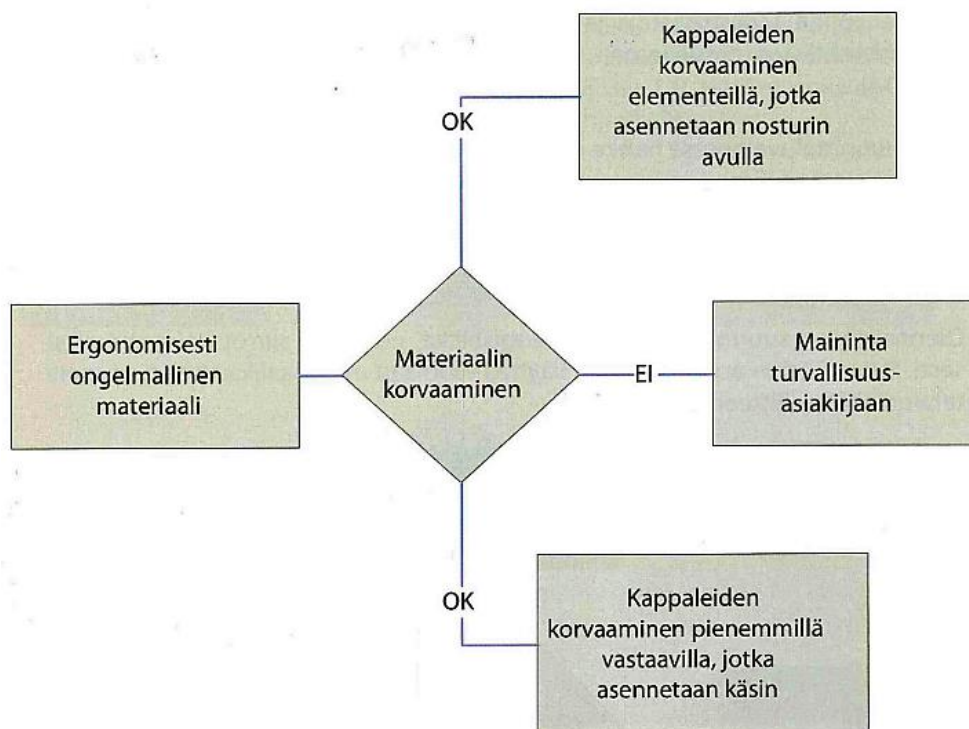
Rakennusvaihetta kutsutaan myös toteutusvaiheeksi. Silloin hyviä toimintatapoja vaarojen ja riskien minimoimiseen on tehtäväsuunnitelma ja työturvallisuussuunnitelma, joissa työnjohtaja ja työntekijä suunnittelevat yhdessä työvaiheen eri toimenpiteet. Tällöin pystytään suunnittelemaan työmenetelmät mahdollisimman ergonomisiksi. Työmaan aikana pääurakoitsijan on syytä huomioida ja suunnitella ergonomia seuraavissa tehtävissä:

- logistiikan suunnittelu
- materiaalit
- aliurakoitsijoiden ja vuokratyövoiman työskentely
- työvälineet
- käsin tehtävät nostot
- lisäksi koulutus ja opastus. [2, s. 16-28.]

3.3 Hankintavaihe ja ergonomiatehtävät

Rakennushankkeen suunnitteluvaiheessa rakennuttajan ja suunnittelijoiden tekemillä päätöksillä on suuri vaikutus toteutusvaiheen ergonomiaan ja

turvallisuuteen. Kuten esimerkiksi materiaalivalinnat. Hankalille ja painaville tuotteille voi olla korvaavia tuoteratkaisuja, joilla saadaan työ onnistumaan turvallisemmin. Tuote voi olla myös ergonominen. Kyseiset tuotevalinnat ovat erityisen tärkeä tehdä varhaisessa vaiheessa, jotta ehditään tunnistaa vaaratekijät, minimoida riskit ja miettiä vaihtoehtoisia ratkaisuja. Rakentamisvaiheessa on tuotevalintoihin vaikea enää vaikuttaa. Alla olevassa kuvassa 4 on havainnollistettu valintaprosessi. [2, s. 30.]

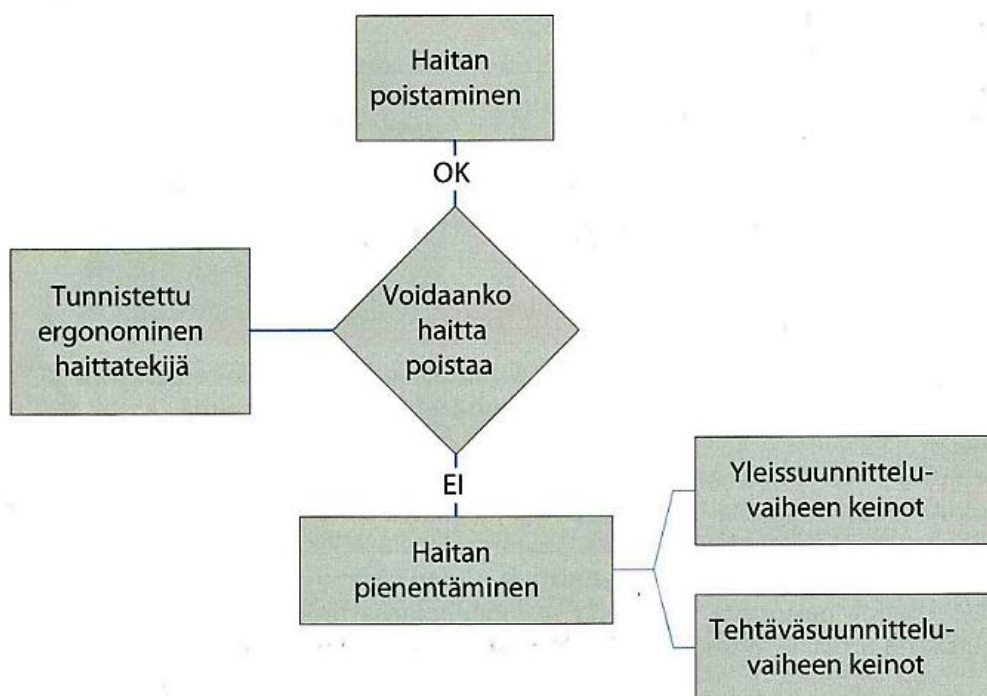


Kuva 4. Ergonomian huomiointi materiaalivalinnoissa. [2, s. 30.]

Suunnittelija voi saada rakennuttajalta tehtäväkseen määrittellä materiaalivalinnoissa tuotteen, jota on helpompi käsitellä ja asentaa. Suunnittelijoilla tulisi olla halussaan rakentamisen perustiedot ergonomisista materiaaleista. Työmaan ja suunnittelijoiden tulee tehdä yhteistyötä varmistaakseen, että valittu tuote täyttää vaatimukset suunnitelmien mukaisesti. [2, s. 30.]

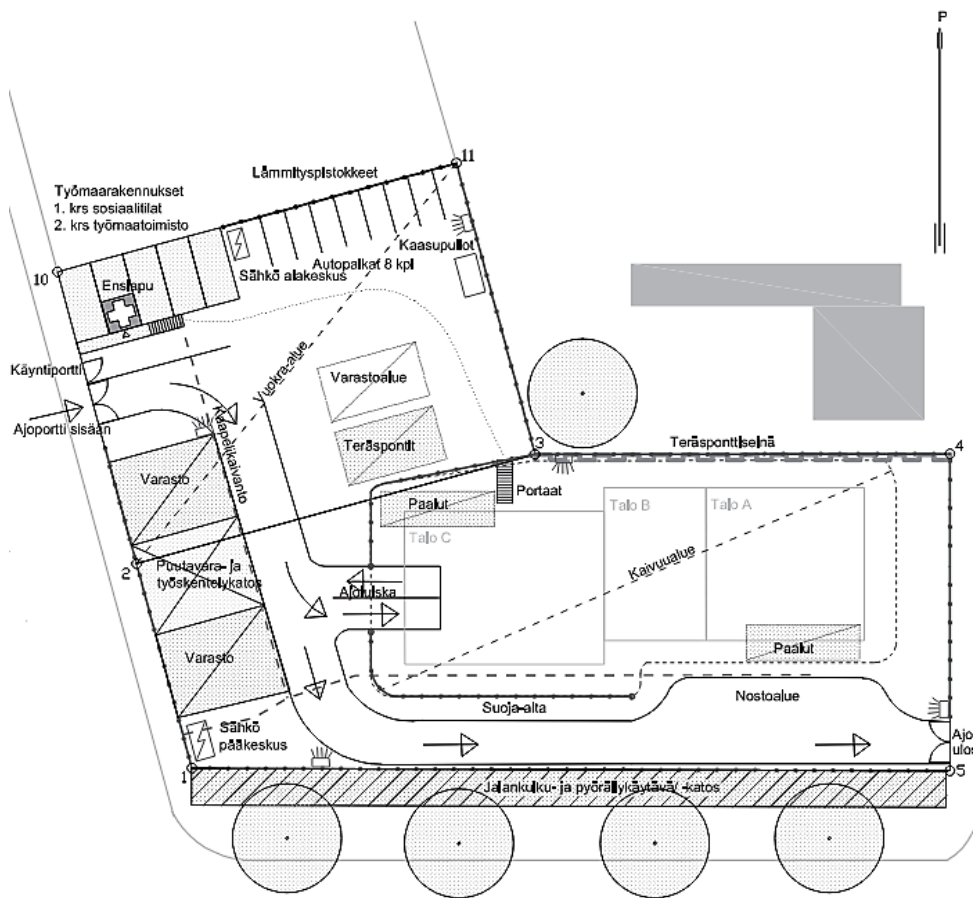
3.4 Yleissuunnittelu ja ergonomiatehtävät

Rakennushankkeen yleissuunnitteluvaiheessa laaditaan työmaan keskeiset pääkohdat, kuten yleisaikataulu, työmaan aluesuunnitelmat ja tuotantomenetelmät. Suunnittelu tulee tehdä niin, ettei tuotteesta enää toteutusvaiheessa tule ilmi mahdollisia haittatekijöitä tai vaaroja. [16. s. 88.] Laadittaessa aluesuunnitelmaa tarkastellaan tulevan työmaan logistiikkasuunnitelmaa, jossa tulee suunnitella rakennusmateriaalien siirrot, nostot, varastointipisteet, materiaalityöimistusten purkupaikat ja nosturien toimintasäde (kuva 5). Kun logistiikkasuunnitelmaan panostetaan, näin saadaan työmaan sisäiset siirrot minimoitua sekä vähennetään käsin tehtäviä siirtoja. Yleissuunnittelussa keskitytään hankkeen riskien arviointiin, missä apuna voidaan käyttää esimerkiksi tarkastuslistoja. Noudatettavien työturvallisuuslakien ja määräysten lisäksi suurilla rakennusyrityksillä on käytössä omia tiukempia turvallisuus ja työmenetelmiä eri työtehtäville. Hyväksi havaittuja käytäntöjä noudatetaan yritystasolla, jotta toteutusvaiheen ergonomiset riskit saadaan minimoitua. Kuvassa 5 esitetään haittojen tunnistus yleissuunnitteluvaiheessa [2, s. 31.]



Kuva 5. Yleissuunnittelussa huomioitavat ergonomiatehtävät [2, s. 31.]

Edellä mainitun lisäksi aluesuunnitelmassa suunnitellaan myös, miten toteutetaan työmaan järjestys ja siisteys. Jätepisteet ovat kannattavaa sijoittaa työmaan välittömään läheisyyteen siten, että niiden täyttö ja tyhjennys onnistuvat vaivattomasti. Aluesuunnitelmaa laadittaessa on huomioida työmaan aikana tapahtuvat muutokset, kuten kaluston, materiaalivirtojen ja työmaakoppien sijoittelut. [16, s. 115-117.] Alla olevassa kuvassa 6 on havainnollistettu piirros aluesuunnitelmasta.



Kuva 6. Esimerkki piirros työmaan aluesuunnitelmasta [16, s. 116.]

Rakennustiedon teoksessa ohjeistetaan lukijalle hyviä käytäntöjä suunnitteluvaiheeseen. Esimerkiksi jos nostot ja siirrot koskevat raskaita kuormia, on rakennesuunnittelijan hyvä mainita tehtäväluettelossaan tuotteen työaikainen kuormittavuus, rakenteen kuorman kestävyys sekä kuljetusreitit ja työmaa-aikainen välivarastointi. Työmaa pystyy huomioimaan tämän toteutusvaiheessa esimerkiksi vaarallisten nostojen, välivarastoinnin ja maaperän kantavuuden suhteen.

Teoksessa myös painotetaan, että on syytä kiinnittää huomiota suunnitelmien tarkastukseen, kuten rakentamisvalmius ja tarjoussuunnitelmat. Näihin liittyen tulee varmistaa, että valmistajien ja asiantuntijoiden laatimat ohjeet sekä rakennesuunnittelijan turvallisuusohjeet on otettu huomioon. Rakennusprosessien edetessä on siis oltava tarkkana jokaisen vaiheen edetessä, jotta vältetään työturvallisilta ja tuotannollisilta riskeiltä. [16, s. 89.]

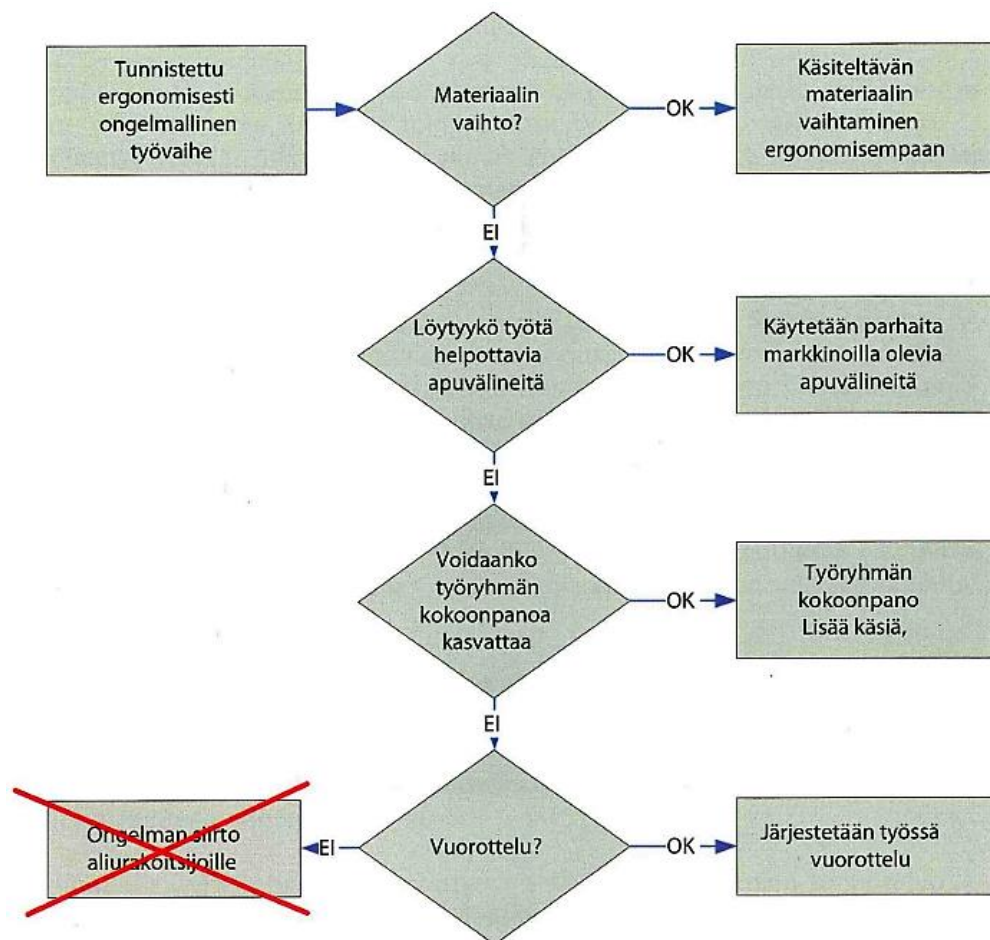
Voidaan päätellä, että ergonomian kannalta yleissuunnitelmavaiheen merkittävimmät tekijät, joiden suunnitelmiin tulee panostaa, ovat logistiikka, nostot ja siirrot sekä järjestys ja siisteys. [2, s. 30.]

3.5 Tehtäväsuunnittelu ja ergonomiatehtävät

Tehtäväsuunnittelu tehdään yleensä yleisaikataulussa määritellystä yksittäisestä tehtäväkokonaisuudesta. Tehtäväsuunnitelmia tehdään työvaiheista, jotka ovat taloudellisesti ja aikataulullisesti merkittäviä. Toisin sanoen tehtäväsuunnitelma muodostetaan rakennushankkeelle tärkeistä työvaiheista. Kyseisiä työvaiheita ovat esimerkiksi runkovaihe, perustukset ja vesikattotyöt. Tehtäväsuunnitelmia voidaan tehdä myös muista työvaiheista, jos työ on taloudellisesti kattava, ajallisesti kriittinen, siihen liittyy korkeat laatuvaatimukset tai tehtävä on vieras työnjohdolle ja sen tekijöille. Tehtäväsuunnitelmassa varmistetaan työntekijän kanssa yhteiset pelisäännöt, työmenetelmät, aikataulu, työturvallisuus sekä tavoitteet ja keinot niiden toteutumiseen. Lisäksi määritellään mallikatselmuksen sisällöt ja ajankohta. Työnjohtaja valvoo ja seuraa työn edetessä työn tuloksia sekä budjettia. [17. s, 2.]

Ergonomian kannalta tehtäväsuunnitelmassa tunnistetaan tehtävän riskit ja haasteet. Työvaiheeseen tulee suunnitella työmenetelmät ja materiaaliratkaisut suosien ergonomisia vaihtoehtoja. Haastaviin työvaiheisiin löytyy useita ergonomia ratkaisuja. Yksittäinen tehtävä voi olla haastava esimerkiksi materiaalivalinnoista tai rakenneratkaisultaan, jolloin se on erityisen hankala toteuttaa turvallisesti tai aiheuttamatta kuormitusta työntekijälle. Tässä tapauksessa työnjohtajan tulee harkita ergonomista materiaalivaihtoehtoa ja yrittää saada

rakenneratkaisuun muutosta. Työryhmän kokoa voidaan mahdollisesti kasvattaa, mikäli tehtävä on liian kuormittava. Myös ergonomisia apuvälineitä tulee suosia. Pääurakoitsijat käyttävät hankalissa työtehtävissä usein aliurakoitsijan työpanosta, joka on usein kannattavaa, koska aliurakoitsija on usein erikoistunut työtehtävään ja sillä on riittävästi erikoiskalustoa. [2, s. 32.] Alla olevassa kuvassa 7 esitetään esimerkkiratkaisu tehtäväsuunnittelusta, jossa on huomioitu ergonomia.



Kuva 7. Ergonomian huomiointi tehtäväsuunnittelussa. [2. s, 32.]

4 Eksoskeleton

4.1 Eksoskeleton työn apuvälineenä

Väestön eliniän pidentyessä myös eläkeikä nousee. Erilaisia ratkaisuja kehitellään, jotta työkää saadaan pidennettyä. Yhtenä ratkaisuna ovat tukirangat eli eksoskeletonit, jotka on kehitetty vähentämään ihmisten fyysistä kuormitusta, keventämään voimankäyttöä sekä tukemaan hyvää ergonomiaa. Erilaisia tukirankoja on maailmalla käytössä noin 2,5 miljoonaa. Suomessa eksoskeletonien hyödyntäminen fyysisessä jaksamisessa on vielä pientä. Tukirankoja on silti tarjolla, niitä vuokraavat rakennuskonevuokraamot ja niitä myy myös muutama alan yritys. [18.]

Tukirangat voidaan jaotella kahteen eri energiaryhmään, aktiiviset ja passiiviset. Aktiiviset eksoskeletonit ovat elektronisia, ladattavia ja hinnaltaan korkeita. Passiiviset eksoskeletonit toimivat mekaanisesti ilman virtalähdettä ne ovat pienempiä ja kevyempiä kuin aktiiviset tukirangat ja ovat hinnaltaan edullisempia. Passiivisia ulkoisia tukirankoja on saatavilla koko keholle tai tukirankana tietyille alueille, kuten yläkehon alueelle tai raajoihin. Riippuen käyttötarkoituksesta laite puetaan ylle kuten esimerkiksi liivi tai turvaaljaat. [18.]

Tukirankojen ominaisuudet vaihtelevat käyttötarpeiden mukaan. On olemassa tietokoneohjattuja tukirankoja koko keholle, joita hyödynnetään raskaassa teollisuudessa ja sotateollisuudessa. Suositumpina vaihtoehtoina ovat kevyet mekaaniset ulkoiset tukirangat, joita on käytössä varastoissa, tehtaissa ja työmailla. Tukirangat poistavat kuormitusta ja antavat lisää voimaa esineiden nostamiseen tai käsien kannatteluun hartialinjan yläpuolella. Ne auttavat työntekijää jaksamaan työpäivän läpi ja näin siis auttavat myös palautumisessa. Autotehtaat, kuten Toyota, Nissan ja Ford käyttävät linjastoissa työntekijöillään tukirankoja tehtävissä, joissa työntekijät joutuvat nostamaan käsiään hartialinjan yläpuolelle jopa satoja kertoja päivässä. Kun raskaan työn ja toistotyön kuormitusta vähennetään tukirankojen avulla, auttavat ne myös tuki- ja liikuntaelinvaijien ehkäisemisessä. [18.] Eksoskeletonit siis voivat parhaimmillaan pidentää

työikää ja samalla työn tehokkuus sekä laatu paranevat. Lisäksi kuormituksen vähentyessä myös työturvallisuus parantuu.

lowan yliopisto on tehnyt tutkimuksen eksoskeletoneista, jotka ovat olleet ammattihitsaajien käytössä. Ilman tukirankaa hitsaaja teki työpäivän aikana 112 luokkahitsausta. Otettuaan käyttöön eksoskeletonin hän pystyi suorittamaan työpäivän aikana 208 luokkahitsausta. [19.] Tutkimus osoittaa, että tietyissä ammattitehtävissä tukirangan käytöllä voidaan saavuttaa myös merkittävää tuotannollista parannusta.

Tukirankojen on koettu myös nopeuttavan kuntoutusprosessia. On havaittu, että työhön paluu onnistuu eksoskeletonin avulla huomattavasti ripeämmin. Työfysioterapeutti kertoo artikkelissa työntekijästä, joka käytti pitkän sairauspoissaolon jälkeen ulkoista tukirankaa, joka vähentää alaselkään kohdistuvaa kuormitusta. Tukiranka on suunniteltu työhön, jossa on paljon etukumara-asentoja ja nostoja. Työntekijän mukaan tukiranka nopeutti töihin paluuta ja kevensi työsuoritusta. Lisäksi tukirangasta oli työntekijän mukaan hyötyä alaselälle raskaissa nostoissa ja taakkojen siirroissa. [20.]

Koska eksoskeleton on vielä tuore keksintö, ei laitteiden pitkäaikaisista vaikutuksista ole vielä tieteellisiä tutkimuksia. Valmistajat ja käyttäjäkokemukset puhuvat tukirankojen hyödyllisyyden puolesta, mutta kattavia tutkimuksia ei ole vielä tukemaan tätä väitettä. Mutta voidaan silti jo havaita, että tukirangoilla on selkeitä vaikutuksia tuki- ja liikuntaelinten kuormituksen minimoinnissa.

Parhaillaan on käynnissä Työterveyslaitoksen kattavampi tutkimushanke, jossa tutkitaan samaista Skelex 360 -tukirankaa. Tutkimuksen on tarkoitus valmistua 2021 syksyn aikana. Työterveyslaitoksen tutkimuksessa mitataan tukirangan tuomaa hyötyä, yhdistäen laboratoriotutkimukset ja kenttätutkimukset. [1.] TTL:n tavoitteena on mitata keventääkö tukiranka kädet ylhäällä työskentelyä, auttaen yläraajan niska- ja hartiaseudun lihasten ylikuormittumiselta. TTL:n erikoistutkijan mukaan tähän mennessä on tutkittu laboratoriomittauksilla dynaamista työtä. Kädet ylhäällä työskenneltäessä lihasten varsinainen sekä koettu

kuormitus olivat merkittävästi alhaisempia eksoskeletonia käytettäessä kuin ilman sitä. Tämänhetkisten tulosten mukaan voidaankin jo todeta, että eksoskeletonista on apua kädet ylhäällä tehdyssä työssä. [21.] Lisäksi TTL on laatimassa hankkeen tulosten perusteella työkalun, jonka avulla voidaan määrittää mihin kaikkiin käyttötarkoituksiin Skelex 360 XFR soveltuu. [1.] TTL:n tutkimuksen ollessa vielä kesken voidaan siis jo päätellä, että Skelexiä on suositeltavaa käyttää työtehtävissä, joissa työskennellään kädet ylhäällä.

Suhtautuminen eksoskeletoneihin ei ole yksinomaan positiivista. On myös kannettu huolta, että niiden käyttö heikentää lihaksia. Vanderbiltin yliopiston tohtorin mukaan eksoskeletonit ovat raskaan toistotyön apuvälineitä. Työtehtävät, jossa laitteita käytetään, ovat yleensä työntekijälle ennestään liian raskaita ja kuormittavia sekä työskentelyasennot ovat epäergonomisia. On tieteellisesti todistettu, että kun lihaksia treenataan liikaa, ne eivät pääse kehittymään Sama pätee raskaissa töissä. Voidaankin todeta, että eksoskeletonien käyttö nimenomaan auttaa kehittämään lihaksistoa raskaissa töissä. Sen lisäksi ne poistavat tuki- ja liikuntaelinten kuormitusta sekä tekevät työtehtävistä ergonomisia. Vanderbiltin yliopiston tohtori on pikemminkin huolissaan siitä, ettei eksoskeletoneita käytetä. Raskaan työn kuormitus aiheuttaa pidemmän päälle vakavia tuki- ja liikuntaelinhaittoja, jotka aiheuttavat pahimmillaan työkyvyttömyyden ja silloin vasta lihakset pääsevätkin surkastumaan. [22.]

4.2 Skelex 360 XFR tukiranka ja niskatuki

Seuraavilla riveillä esittelen opinnäytetyössä käytetyn eksoskeleton-tukirangan, Skelex 360 XFR:n. Tukiranka on suunniteltu avustamaan vähentäen kuormitusta kädet koholla tehdyssä työssä. Valmistajan mukaan, kun tukirankaa käytetään oikein kädet hartialinjan yläpuolen työskenneltäessä, se auttaa jaksamaan työssä ja käsivarret tuntuvat painottomilta. Skelex on passiivinen tukiranka, joka toimii mekaanisesti. Tukirangan selän puolelle on piilotettu jouset, jotka jännittyvät käsien noustessa hartialinjan yläpuolelle. Jousien jännitys siirtyy tukirangassa käsivarsille avustaen ja tuoden lisää voiman tunnetta sekä poistaen kuormituksen yläselän tuki- ja liikuntaelimistä. Toimivuuseriaate on siis

samankaltainen kuin jännitetyllä jousella. Kuvassa 8 on esitetty Skelex 360 XFR ja havainnollistettu tukirangalle luvattu käsivarsien 360 asteen esteetön liikkuvuus. [23.]



Kuva 8. Skelex 360 XFR ja sen esteetön käsivarsien liikkuvuus. [23.]

Skelex on suunniteltu auttamaan kädet ylhäällä tehtävässä toistotyössä, työkaluja käyttäen tai ilman sekä minimoimaan ergonomisia vammoja ja vähentämään tapaturmien riskiä. Tukiranka ei anna käyttäjälle lisää voimaa, mutta se auttaa jaksamaan paremmin kuormittavassa toistotyössä. Skelex on säädettävissä käyttäjän mittojen mukaan. Myös laitteen tuottaman apuvoiman säätö on säädettävissä käsivartta kohden, 1 kilogrammasta aina 4,9 kilogrammaan asti. Oppaassa on annettu apuvoiman säädölle käyttösuositukset käyttäjän elopainon mukaan. Itse tukiranka painaa 2,5 kilogrammaa, mikä tekee siitä markkinoiden kevyimmän tukirangan, joka kohdistuu käsivarret ylöspäin työskentelyyn. Laitte mukautuu käyttäjän kehon muotoon, tukee olkanivelen biologista liikettä ja siirtää käsivarsilta painoa alavartaloon. Skelex 360 XFR -tuotetta hyödyntävät suuret kansainväliset yritykset, kuten Nissan, Honda, Airbuss, Tranavia ja GE sekä Hollannin puolustusvoimat. [24.] Suuret yritykset ovat jo havainneet eksoskeletonien tuoman hyödyn työntekijöiden hyvinvoinnissa ja sen myötä myös työn kannattavuuden parantuessa.

Tuotteen valmistajan tekemien tutkimusten mukaan työtä jaksaa tehdä pidempään ja väsymyksen tunnetta koetaan 80 % vähemmän. Tutkimuksessa oleva työntekijän mukaan tukiranka kannatteli käsivarsia, kädet tuntuivat painottomilta ja ylöspäin työskennellessä käsien kuormittavuus pienentyi merkittävästi. [24.]

Tutkimuksen pääkohteena olevan tukirangan lisäksi mukaan otettiin käyttökokeuksia myös Skelex niskatuesta. Niskatuen ei oltu alun perin suunniteltu olevan osana tutkimusta, mutta päädyimme ottamaan se ikään kuin kylkiäisenä mukaan. Niskatuki auttaa käyttäjää vähentämään niska- ja hartialihasten väsymystä sekä estää niska yllirasittumista. Tuki on suunniteltu käyttäjille, jotka joutuvat työssään katsomaan toistuvasti ylöspäin. Niskatuki on ergonomisesti muotoiltu ja antaa käyttäjälle joustavan tuen sekä on myös yhteen sopiva käytettäväksi Skelex 360 XFR kanssa. [25.]



Kuva 9. Skelex niskatuki [25.]

Yllä olevassa kuvassa 9 on esitettyä työskenntelyasento, jossa niskatuki auttaa. Kun työ tapahtuu pään yläpuolella, pystyy työntekijä nojaamaan niskatukeen. Niskatuki ei ole täysin jäykkä, joten se toimii lihasten avustavana tukena ja näin auttaa käyttäjää työskentelemään hankalassa työasennossa.

5 Skelex-tukirangan pilotointi

5.1 Testiryhmä ja tiedonkeruu

Skelex-tukirangan jalkauttaminen aloitettiin käyttökoulutuksella, joka järjestettiin 14.12.2020 Helsingin Verkkosaassa A-korttelin työmaalla. Koulutuksessa Skelexiä esitteli Suomen maahantuojan edustaja. Koulutuksessa esiteltiin mihin käyttötarkoituksiin tukiranka soveltuu, kuinka se säädetään mitoiltaan käyttäjälle sopivaksi ja kuinka avustavan apuvoima säädetään. Heti vuodenvaihteen jälkeen aloitettiin tukirangan testaus Skanska omilla työntekijöillä. Tukirangan testausjakso toteutettiin aikavälillä 11.1 – 9.4.2021. Tällä ajanjaksolla testaa- jia ehti olla yhteensä viisi henkilöä, joista kaikki olivat pitkään yrityksessä työskennelleitä ammattikirvesmiehiä. Käyttäjäkokemukset dokumentoitiin kyselydokumentin (liite 1) avulla, joka oli laadittu testijaksoa varten.

Skelex-tukirangan testikäyttäjät löydettiin Skanska Talonrakennus Oy:n, Etelä-Suomen yksikön asuinkerrostalo-työmaiden kohteista, joita olivat: Telakkaranta As. Oy Helsingin Annexi, Verkkosaari HEKA Kalasatama Capellan puistotie 24 (osana Atrain-korttelia), Jätkäsaari Helsingin kaupungin HEKA vuokra-asunnot ja Espoossa As. Oy Espoon Reimari.

Skelexin testauskäytön ehtona oli, että käyttäjän työtehtävien tuli kohdistua pääosin kädet hartialinjan yläpuolella tapahtuvaan työhön, johon tukiranka on suunniteltu. Testihenkilöt valittiin niin, että tukirangasta olisi apua heidän työtehtävis- sään. Lisäksi testaa- jien tuli olla Skanskan omia työntekijöitä, koska tukirankojen harkittiin hankittavaksi yrityksen omaan käyttöön. Testivaiheessa oli vaikeaa löytää vapaaehtoisia testihenkilöitä, joiden työtehtävät vastaavat tukirangan käyttötarkoituksia. Tämä siksi, että valtaosa kädet ylöspäin tapahtuvista töistä on myyty aliurakoitsijoille. Ulkoistettuja työtehtäviä ovat esimerkiksi kylpyhuonei- den ja saunojen alakatot sekä käytävien alakatot. Skanskan omien työntekijöi- den työvaiheet, joihin tukiranka soveltuu, ovat esimerkiksi asuntojen väliseinät ja alakatot, palokoteloinnit, desibelikatot, ulkopuolen katosten alakattotyöt sekä

muut toistotyö, joka tehdään kädet ylhäällä. Alla olevassa kuvassa 10, on Skelex testikäytössä parvekkeiden alakaton runkotöissä.



Kuva 10. Skelex käytössä parvekkeiden alakattotöissä.

Kunkin osallistujan testausajaksi suunniteltiin 2 - 4 viikkoa. Kyseisellä aikavälillä testihenkilöiden oletettiin huomaavan tukirangan tuomat edut ja mahdolliset haitat. Testihenkilöitä haastateltiin noin viikon välein testauksen käynnistymisestä lähtien. Haastatteluissa käytettiin testausta varten tehtyä kyselylomaketta, minkä lisäksi testaaajien kanssa keskusteltiin tukirangan käyttökokemuksista suullisesti. Näin ollen testaaajilla oli mahdollista antaa myös vapaamuotoista palautetta tukirangasta.

5.2 Testiryhmän lähtötilanne

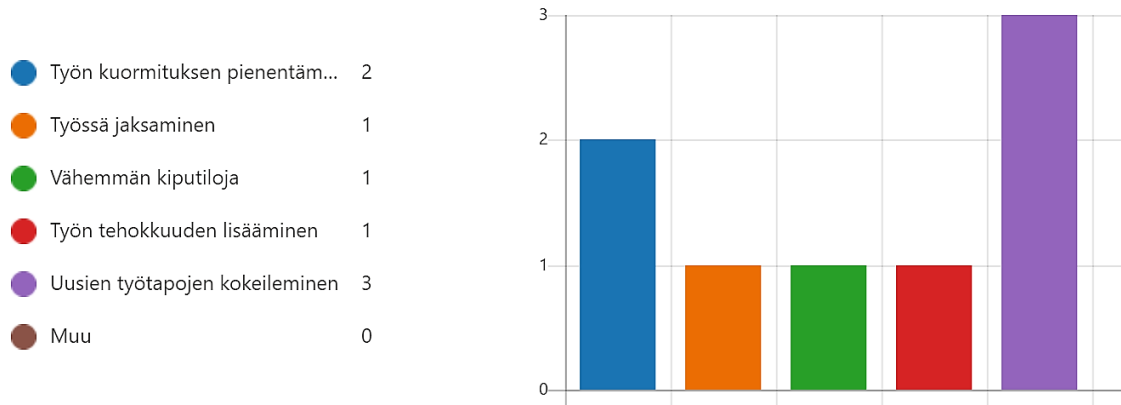
Testihenkilöiden käyttökokemuksia lähdettiin keräämään 15.1.2021 alkaen kyselylomakkeen ja keskusteluiden avulla. Kyselyssä kartoitettiin työstä aiheutuneita vaurioita (kuva 11). Vastaajista kolme henkilöä oli kokenut työstä aiheutunutta niskaan ja olkapäähän kohdistunutta särkyä. Kaksi vastaajaa oli kokenut hartioihin kohdistuvaa särkyä. Kaksi vastaajista oli valinnut kohdan muu, joista ilmeni kyynärsärkyä ja polvien särkyä. Hälyttävää oli, että yhdellä vastaajista oli kaikki valittavissa olevat työstä aiheutuneet säryt. Yksi testiaajista vastasi, ettei ole kokenut työstä aiheutuneita särkyjä. Vastausten perusteella testiaajien niska- ja hartiaseudun ja yläraajojen tuki- ja liikuntaelimet ovat liiallisen kuormituksen alaisena.

● Olkapäähän kohdistuvaa särkyä	3
● Niskaan kohdistuvaa särkyä	3
● Hartia alueen särkyä	2
● Ei	1
● Muu	2



Kuva 11. Testihenkilöiden aiempia työstä aiheutuneita vaivoja

Kuvan 12 kaaviosta voidaan havaita, mitä testihenkilöt odottivat tukirangalta. Kohta "uusien työtapojen kokeilu" oli vastaajien joukossa suosittu. Se osoittaa testiaajien mielenkiinnon työtapoihin, joilla voitaisiin pienentää työn kuormittavuutta ja näin parantaa heidän työssään jaksamista.



Kuva 12. Ennako-odotukset Skelexin käyttöönotossa.

Skelex-tukirangan käyttö ja toiminta opastettiin jokaiselle käyttäjälle ennen tukirangan käyttöönottoa itse työtehtäviin. Kyselyn mukaan tukirangan perehdytyksessä testaajat saivat kaiken tarpeellisen tiedon tukirangan käyttöön. Myös tukirangan ylle pukeminen onnistui valtaosin jokaisen testihenkilön mielestä vaivattomasti. Yhden testaajan mukaan ensimmäisellä käyttökerralla oli haasteita säätää laite itselleen sopivaksi.

5.3 Skelex ja työtehtävät

Skelexiä testattiin seuraavissa työtehtävissä: alakattotöissä, väliseinätöissä, kalusteasennuksissa ja väliovienasennuksissa. Testaajien työvaiheet, käyttöaika, hyödyt ja haitat selostettuna:

Alakattotyössä testihenkilö työskenteli parvekkeiden alakattojen parissa täyspäiväisesti. Kohteessa alakattoihin oli suunniteltu poikkeuksellisen järeät rungot, joiden kiinnittämiseen kuului valtava määrä poraamista ja kiinnikkeiden asentamista (kuva 11). Työtä oli tehty jo useita viikkoja ennen tukirangan testausta. Tukirankaa testausjakso kesti kyseisissä työvaiheissa vajaat viisi viikkoa. Suurin osa päivän työskentelystä tapahtui kädet ylhäällä, käyttäen tukirankaa 6-8 tuntia päivässä. Tukirangan koettiin tuovan apua kaikkeen pään yläpuolella tapahtuvaan työhön. Testaajan mielestä työ helpottui ja keventyi huomattavasti. Työskenneltyään kokeilumielessä yhden päivän ilman tukirankaa, oli työ tuntunut ylivoimaisen raskaalta. Tukirangan ei koettu rajoittavan työskentelyä. Testaaja

koki ainoastaan pientä paineentuntua kyynärtaipeissa, mikä johtui tukirangan käsivarsikupeista. Lisäksi ahtaissa paikoissa täytyi huomioida ulkoneva tukiranka. Testihenkilöllä oli aiempaa työstä aiheutunutta vaivaa, kuten niska- ja hartiasseudun särkyä ja olkapäihin kohdistuvaa särkyä. Kahden viikon käytön jälkeen testaaja huomasi, etteivät niska- ja hartiasseudun lihakset olleet enää niin jumissa. Kolmen viikon käytön jälkeen olkapäistä oli hävinnyt yön aikainen leposärky. Testijakson jälkeen testaaja koki lihasten palautuvan nopeammin ja seuraavan päivän vireystaso oli aikaisempaa parempi. Testaaja tahtoisikin tulevaisuudessa käyttää tukirankaa aina kun työtehtävät ovat sen mukaisia. Testihenkilön esimiehet suunnittelevat tukirangat investointia kyseiselle työmaalle.

Kaksi muuta testihenkilöä tekivät väliseinätoita. Työt suoritettiin urakkatyönä pitäen sisällään seinienrunkotyöt ja kipsilevyjen kiinnityksen, alakattojen runkotyöt ja kipsilevyjen kiinnityksen sekä mahdolliset koteloinnit, kuten ilmastointiputkien kotelointi. Ensimmäinen väliseinätyöntekijän testijakso kesti neljä viikkoa. Testaajaa käytti tukirankaa alakattovaiheessa kolmena päivänä viikossa, 7-8 tuntia päivässä. Testaajalla oli aiempia työstä aiheutuneita vaivoja, kuten niska- ja hartiasseudun särkyä ja olkapään särkyä. Itse väliseinätyössä ei koettu tukirangasta olevan apua. Mutta alakattovaiheessa koettiin tukirangan auttavan, erityisesti isojen levyjen käsittelyssä ja niiden kiinnittämisessä ruuvikoneella. Tuolloin tukiranka toi helpotusta työhön. Testaa havaitsi, että työkaluliivin käyttö on hankalaa tukirangan kanssa ja työkaluja ei meinaa saada totutusti tukirangan alta. Lisäksi testaajan mukaan tukirangan käsivarsikupit hiertää ihoa, jos yllä on lyhythäinen paita. Tukirangan ei koettu vaikuttavan itse työtappoihin tai -liikkeisiin. Testaaja koki työnteon tuntuneen kevyemmältä kuin normaalisti. Lihasten palautumisessa tai seuraavan päivän vireystasossa ei sen sijaan koettu muutoksia. Testaaja olisi valmis käyttämään laitetta myös tulevaisuudessa.

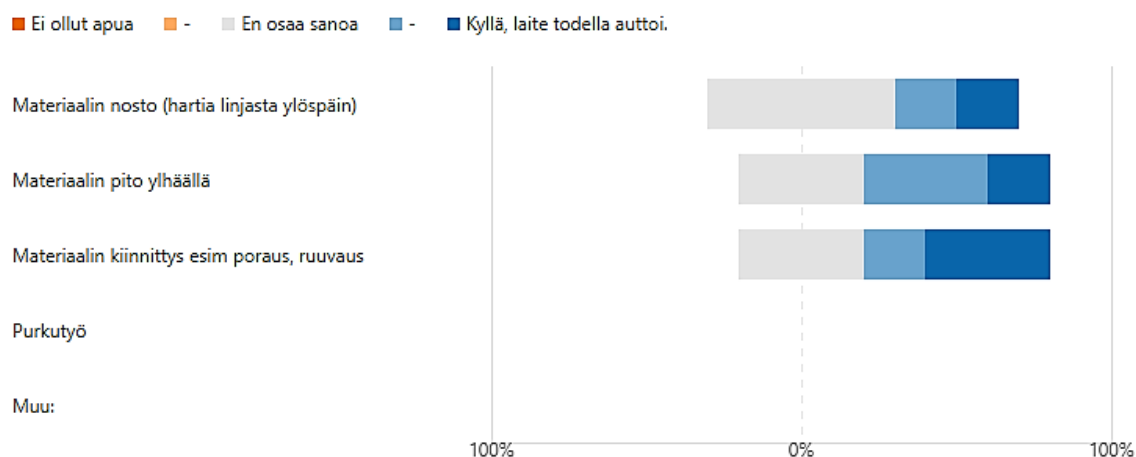
Toisen väliseinätyöskentelijän testausajanjakso kesti kaksi viikkoa. Testaaja käytti tukirankaa alakattovaiheessa 2-4 tuntia päivässä. Tuntimäärän eroavaisuus johtuu asuntojen pienuudesta. Lisäksi alakattojen pinta-alat vaihtelevat kohteesta riippuen. Myös hän havaitsi hankaluutta työkaluliivin ja tukirangan yhteiskäytössä. Työkaluja oli hänen mukaansa hankala ottaa työliivistä tukirangan

ollessa edessä. Testaaja koki ensimmäisellä kerralla tukirangan pukemisen hankalaksi. Eniten hyötyä tukirangasta oli kipsilevyjen ylhäällä pidossa ja ruuvien kiinnittämisessä ylöspäin. Tukirangan käyttö vaati hieman tottelua ja rajoitti hieman liikkeitä, esimerkiksi materiaalia nostettaessa lattialta. Testaaja koki, että laite auttoi kannattelemaan käsivarsia ylhäällä, mutta kädet myös väsyivät työntäessä kädet tukirangan apuvoimaa vasten alas. Testiaikana ei havaittu eroa palautumisessa. Testaaja olisi valmis käyttämään laitetta myös tulevaisuudessa, mikäli rakennettavien alakattojen neliömäärä olisi isompi.

Seuraavien kahden testihenkilöiden tukirangan testaus tehtiin vastaavan mestarin toiveesta. Testauksissa haluttiin saada selville, onko laitteen käytön tuloksissa eroavaisuuksia sen suhteen, onko testaaja terve vai onko hänellä aiempaa työstä aiheutunutta olkapääsärkyä.

Tukirankaa testattiin kylpyhuoneiden kaluste- ja välioviasennuksessa. Testihenkilöllä oli aiempaa työn aiheuttamaa olkapääsärkyä. Testausajanjakson kesto kaksi viikkoa ja tukirankaa käytettiin 7-8 tuntia päivässä. Työn edetessä huomattiin, ettei tukirangasta saada kaikkea hyötyä irti, koska kädet ylhäällä tehtäviä töitä oli kyseisessä työssä liian vähän. Tukirangan ei todettu rajoittavan liikkeitä, eikä työskentelytapoja tarvinnut muuttaa. Testaaja huomasi tukirangan helpottavan työvaiheessa, jossa ruuvivääntimellä ruuvaus tapahtui pään yläpuolella. Lisäksi tukirankaa käyttäessä olkapään särky helpottui. Mikäli työtehtävä olisi pääosin kädet ylhäällä tehtävää työtä, testihenkilö olisi valmis käyttämään tukirankaa myös tulevaisuudessa.

Seuraavaksi oli vuorossa testaaja, jolla ei ole ollut mitään aiempia työn tuomia särkyjä tai vaivoja. Testaaja käytti tukirankaa kaluste- ja kodinkoneasennuksessa. Testiaika oli noin puolitoista viikkoa ja tukirankaa käytettiin noin 3-4 tuntia päivässä. Testaaja ei kokenut tukirangan tuovan apua työtehtävissä. Lisäksi hän koki tukirangan rajoittavan liikkumista. Testaaja piti myös epätodennäköisenä, että käyttäisi tukirankaa tulevaisuudessa.



Kuva 13. Työmenetelmät, joihin testaajat kokivat tukirangan tuovan apua.

Yllä olevassa kuvassa 13 havaitaan mihin työmenetelmiin tukiranka soveltui testaajien mielestä parhaiten. Valtaosan mielestä tukiranka toi eniten helpotusta poraamiseen ja materiaalin kiinnittämiseen. Myös materiaalin nostossa ja kannattelussa koettiin tukirangasta olevan apua.

Edellä mainittujen testaajien lisäksi kaksi muuta henkilöä oli mukana testiryhmässä, mutta heidän testijaksonsa ei varsinaisesti ehtinyt alkaa. Koska testijakso oli riittämätön käyttökokemuksien saamiseksi, heitä ei huomioitu tuloksissa. Siitä huolimatta heiltä saatu palaute oli todella arvokasta. Ensimmäiselle testaajalle tukiranka ei sopinut päälle ison kehonrakenteen vuoksi. Hän ei myöskään kokenut tukirangan soveltuvan työtehtäviinsä. Työtehtävänä olisi ollut holvinpurku ja testihenkilö oli tottunut kantamaan muottipalkkeja olkapäätä käyttäen. Skelex-tukiranka ylittyy olkapään, eli olkapäätä ei voi samalla hyödyntää palkkien kannattelussa. Toisella testihenkilöllä oli tukiranka käytössä alakatotöissä noin tunnin verran, jonka jälkeen hän ilmoitti, ettei halua käyttää tukirankaa koettuaan sen ahdistavaksi yllään.

Testauksen aikana havaittiin, että iäkkäämmät ja työstä aiheutuneita niska- ja hartiasseudun kipuja kärsineet testaajat olivat paljon myönteisempiä tukirangan käyttöön. Sen sijaan nuoremmilla henkilöillä oli paljon torjuvampi asenne tukirangan testausta kohden. Heillä ei myöskään ollut aiempia työn aiheutuneita särkyjä. Voidaankin todeta, että yrityksen haasteena on saada terveet

työntekijät motivoituneiksi minimoimaan ja ennaltaehkäisemään tuki- ja liikuntaelinsairauksia.

5.4 Niskatuki

Skelexiltä saatiin testikäyttöön myös niskatuki, joka ei soveltunut rakennustyöhön. Ongelma oli, että niskatukea ja kypärää ei voi käyttää yhdessä, koska niskatuki yltää kypärän takaosan asti ja näin nostaa kypärää ilmaan. Työturvallisuussäädösten mukaan rakennustyössä on käytettävä kypärää. [26.] Säädöksiä on noudatettava, joten niskatukea ei voitu lopulta ottaa ollenkaan testikäyttöön.

5.5 Vaikutukset tuotantoon ja henkilöstökuluihin

Testaajien haastatteluissa ja kyselyissä ei havaittu varsinaista tuotannon nopeuden kehitystä. Sen sijaan tukirangalla saatiin poistettua lihassärkyä ja -jumeja. Jonka perusteella voidaan olettaa, että tuotannon kehitykseen päästään pidemmän käytön jälkeen.

Tuloksien perusteella voidaan todeta, että tukiranka tuo helpotusta kädet ylhäällä työskentelyyn. Tukirangan avulla voidaan vähentää työn kuormittavuutta. Tukiranka vähentää niska- ja hartiasseudun lihassärkyä ja parhaimmillaan se poisti yhden testaajan olkapään yöllisen leposäryn. Testauksien tuloksista voidaan päätellä, että tukirangan käyttö vähentää tuki- ja liikuntaelinvaivoja ja niistä johtuvia sairauspoissaoloja. Vuositasolla sairauspoissaolojen vähentyminen voi tuottaa todellisia säästöjä. Tein säästöistä arvioita seuraavassa kappaleessa.

Skanska Talonrakennus Oy:n Etelä-Suomen yksikön työmailla toimii tällä hetkellä vähintään 17 henkilöä, joiden työtehtäviin kuuluu kädet ylöspäin työskentelyä. Lisäksi heidän työnsä on urakkatyötä. Työntekijöiden määrä on laskettu seuraavasti: yksikössä toimii tällä hetkellä kahdeksan runkoryhmää, joista jokaisesta ryhmässä vähintään yksi henkilö tekee holvitöitä kädet ylhäällä. Lisäksi

yksikössä on 9 väliseinätyöntekijää. Luvussa 2.5. esitetyn tilaston mukaan Skanskan työntekijät käyttivät vuonna 2020 keskiarvolta 4,2 päivää tuki- ja liikuntaelinsairauksien aiheuttamiin sairauspoissaoloihin (s. 13). Samassa yhteydessä todettiin, että sairauspoissaolon aiheuttama kustannus yritykselle on keskimäärin 350 €/pv (s.14). Koska edellä mainitut 17 työntekijää tekevät kuormittavaa työtä kädet ylöspäin, jatkuvilla toistoilla ja urakkatahtiin, on realistista arvioida, että heidän osaltaan TULE-syistä johtuvien sairauspoissaolojen määrä on vähintäänkin kaikkien työntekijän keskiarvon mukainen (4,2 pv/vuosi), ellei suurempi. Näin ollen heidän tuki- ja liikuntaelinsairauksiinsa liittyvät poissaolot kustantavat yritykselle vähintään 24 990 € vuositasolla. Viidessä vuodessa kustannukset tekevät vähintään 124 950 €. Sairauspoissaolojen aiheuttamien kustannuksien lisäksi pitää muistaa ennenaikaisen työkyvyttömyyseläköitymisen aiheuttamat kustannukset, jotka ovat yritykselle n. 250 000 € henkilöä kohden.

6 Johtopäätökset

Rakennusyrityksellä on mahdollisuus minimoida työntekijöiden sairauspoissaoloja ja ennen aikaista työkyvyttömyyseläköitymistä huomioimalla ergonomia kaikissa rakennusprosessin vaiheissa.

Ergonomiset ratkaisut eivät täysin poista rakennustyön kuormitusta, koska moni työtehtävä joudutaan joka tapauksessa toteuttamaan hankalissa työasennoissa ja toistotyönä. Apulaitteiden käyttöä tulee suosia kaikissa työvaiheissa, jotta voitaisiin poistaa työn aiheuttamaa liikarastitusta.

Kyselyn vastauksien perusteella eksoskeleton Skelexin käyttö kädet ylhäällä tehtävissä töissä auttaa jaksamaan työssä paremmin, poistaen niska- ja hartia-seudun lihassärkyjä ja keventäen käsien kannattelua. Lisäksi kyselyn vastauksien mukaan yhden testajaajan yöllinen leposärky oli poistunut. Vastauksista voidaan päätellä tukirangan auttavan työn kuormituksen pienentämisessä. Tukirangan käytöllä voidaan siis pienentää sairauspoissaoloja, kuntoutuksia ja ennen aikaisten työkyvyttömyyseläköitymisiä. Tukirangan pidemmän käytön tulokset voivat hyvinkin näkyä myös työn tuloksen kasvamisessa.

Laskelmien perusteella voidaan suositella, että tilaajayritys investoisi vähintään 17 Skelex-tukirankaan Etelä-Suomen yksikköön. Perustuen edellä mainittuun 17 urakkatyöntekijään, jotka tekevät toistuvaa kädet ylhäällä töitä. Tukirangat sijoitettaisiin työmaille, joissa on käynnissä runko- tai väliseinätyöt.

Kuten kyselyn vastauksista voidaan huomata, Skelex ei sovellu kaikkiin työtehtäviin tai jokaiseen kehon rakenteeseen. Lisäksi työntekijällä voi olla asenteellisia ennakkoluuloja eikä hän ole halukas edes kokeilemaan tukirankaa. Hyvällä johtamisella voidaan tuoda muutoksia asenteisiin, esim. tuomalla esille Skanskan työntekijöiden hyviä kokemuksia tukirangoista, rohkaisemalla työntekijöitä tukirangan käyttöön, sisällyttämällä sen opastus uusien työntekijöiden perehdytykseen jne. Kädet ylhäällä tehtävien kuormittavien töiden osalta esimiehen voi olla tarpeen velvoittaa työntekijää käyttämään tukirankaa. Tukirangan käyttö varmistettaisiin perehdyttämällä, valvomalla sen käyttöä ja sisällyttämällä se työturvallisuussuunnitelmaa tai työvaiheen tehtäväsuunnitelmaan.

7 Pohdinta

Tutkimus onnistui hyvin. Tästä on kiittäminen työmaiden esimiehiä ja työntekijöitä, joiden kanssa yhteistyö sujui moitteettomasti. Tukirangalle saatiin testaajia suunniteltu määrä. Kyselyn tuloksia voidaan pitää luotettavina, koska tukirangan käytöllä huomattiin olevan selvästi positiivisia vaikutuksia työn keventämiseen. Kyselyistä saatu informaatio on erittäin kallisarvoista ja hyödyllistä sekä varmasti auttaa tilaajayrityksen investointipäätöksessä.

Ulkoista tukirankaa koskien tulisi tehdä jatkotutkimusta, jossa perehdyttäisiin pidemmän aikavälin hyötyihin. Työterveyslaitoksen syksyllä valmistuvasta tutkimuksesta saadaan varmasti paljon hyödyllistä informaatiota koskien Skelex-tukirankaa.

Rohkaisevat tulokset kannustavat tutustumaan myös muiden eksoskeletonien käyttöön rakennustyön apuvälineenä. Luvussa 4.1 esitettiin alaselkää tukevasta eksoskeltonista, josta on saatu hyviä kokemuksia raskaiden taakkojen nostossa

ja nopeutettua kuntoutusprosessia. Rakennustyössä alaselkävaivat ovat varsin yleinen syy sairauspoissaololle, kuntoutukselle tai ennenaikaiselle työkyvyttömyyseläköitymiselle.

Lähteet

- 1 TTL, Kädet koholla työskentelyn keventäminen eksoskeletonin avulla (2020-2021) <https://www.ttl.fi/tutkimushanke/kadet-koholla-tyoskentelyn-keventaminen-eksoskeletonin-avulla-2020-2021/>
- 2 Työsuojeluhallinto, Ergonomiaopas rakentajille; Tarja Mäkelä, Hannu Kauranen, Työsuojeluhallinto, 2007
- 3 TTL, Rakennusalan ammattikohtaiset työpaikkaselvitykset (RATS), Kirvesmies. <https://www.ttl.fi/rakennusalan-ammattikohtaiset-tyopaikkaselvitykset-rats/kirvesmies/>
- 4 Skanska jaksava, Rakennustyön tekijöiden fyysinen kunto, työn fyysinen kuormittavuus ja siihen vaikuttaminen, Kaija Pessa, Mikko Julin, Heikki Penttilä, Helena Pekkanen, Tuija Melin ja Pekka Rahijärvi, 2010
- 5 Aluehallintovirasto, Työsuojeluhallinto, käsin tehtävät nostot ja siirrot työssä, Toivo Niskanen, Hannu Stålhammar, Tarja Kantolahti, Jouni Lehtelä, Esa-Pekka Takala, Anna-Liisa Rissanen, 2014 https://www.tyosuojelu.fi/documents/14660/2426906/K%C3%A4sin_teht%C3%A4v%C3%A4t_nostot_ja_siirrot_ty%C3%B6ss%C3%A4_TSO_23_2014.pdf/88c24e48-bf5d-456f-bcf4-073d177bdd6a
- 6 Rakennustyöpaikoilla nähtävänä pidettävät työturvallisuussäädökset 2019, Toivo Niskanen
- 7 Skanska-pakka, <https://pakka.skanska.fi/koneet-valineet-ja-nostot/>
- 8 TTL, Työterveyshuolto, <https://www.ttl.fi/tyontekija/tyoterveyshuolto/>
- 9 Rakennustaito, Aliurakoitsijat ja nuoret kaipaavat ergonomiooppia, <https://rakennustaito.fi/aliurakoitsijat-ja-nuoret-kaipaavat-ergonomiaoppia/>
- 10 Skanska, Työterveyshuolto, <https://www.skanska.fi/tietoa-skanskasta/media/uutiset/163883/Ennaltaehkaiseva-tyoterveyshuolto-lisaa-tuottavuutta>
- 11 Rakennusteollisuus, Työilmapiiri ja työhyvinvointi, <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Tyoelama/Tietoja-tyovoimasta-rakennusala/Tyoilmapiiri-ja-hyvinvointi/>
- 12 Keva, Julkisen alan työntekijöiden, tuki- ja liikuntaelinsairaudet. <https://www.keva.fi/uutiset-ja-artikkelit/julkisen-alan-tyontekijoilla-tuki-ja-liikuntaelinsairaudet-yha-yleisin-tyokyvyttomyyselakkeiden-syy>
- 13 Kirjeenvaihto, Sähköposti keskustelut 15.2.2021, Skanska työhyvinvointipäällikkö, Helena Pekkanen

- 14 TTK, Turvallinen ja tuottava tuotantoympäristö teollisuudessa, ergonomiaa suunnittelemalla, ergonomiaa suunnittelemalla, Risto Toivonen, 2020, https://ttk.fi/files/7577/Turvallinen_ja_tuottava_tuotantoymparisto_teollisuudessa_202015.pdf
- 15 Työhyvinvointi organisaation menestystekijänä, Juhani Kauhanen, 2016
- 16 RATU, Rakennushankkeen työturvallisuus, Reijo S Lehtinen, 2019
- 17 RATU, Rakentamisen tehtäväsuunnittelun esimerkkejä, 2004, <https://kortistot.rakennustieto.fi/resource/juha/content/18071#page=1>
- 18 Eksoskeleton apuna työurien pidentämisessä, <https://www.cgi.com/fi/fi/blogi/eksoskeleton-apuna-tyourien-pidentamisessa>
- 19 Tulevaisuudessa eksoskeleton lisää työturvallisuutta ja robotti tulostaa valut – rakennusalalla riittää kirittävä teknologian käyttöönotossa, Rakennuslehti, <https://www.rakennuslehti.fi/2020/11/tulevaisuudessa-eksoskeleton-lisaa-tyoturvallisuutta-ja-robotti-tulostaa-valut-rakennusalalla-riittaa-kirittavaa-teknologian-kayttoonotossa/>
- 20 Robottiajan vaate nopeutti kiinteistönhoitaja Marko Rantasen selän toipumista työkuntoon, Ulla Puustinen, Motivelehti 29,1,2020, <https://motiivilehti.fi/lehti/artikkeli/miljoonat-pukeutuvat-tyossaan-outoon-laitteeseen-robottiajan-vaate-pelasti-kiinteistonhoitaja-marko-rantasen-selan-ja-tyokyvyn/>
- 21 Kirjeenvaihto, Sähköposti keskustelut 9.4.2021, TTL, erikoistutkija Satu Mänttari,
- 22 Industrial exoskeletons unlikely to weaken workers, says Vanderbilt University expert, Boris Marinov, 16.1.2020, <https://www.forbes.com/sites/borislavmarinov/2020/01/16/will-industrial-exoskeletons-weaken-workers-unlikely-qa-with-dr-karl-zelik/?sh=1f2f333fd1a6>
- 23 Skelex 360 XFR, Instruction manual, Skel-Ex B.V., 1.6.2020
- 24 Skelex 360 XFR, <https://www.skelex.com/skelex-360-xfr/>
- 25 Skelex – niskatuki, <https://www.meditas.fi/skelex#lue-lisaa>
- 26 Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta, Finlex, <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205>

Kyselylomake

Skelex 360-XFR

Kiitos, työpanoksestasi Skelex 360-XFR:n testaamisesta. Käyttökokemuksestasi on hyötyä edistäessämme terveellisempiä työtapoja. Käytämme tämän kyselyn vastauksia, hyödynnetään Skanska:n sisäisesti ja Metropolian ammattikorkeakoululle tehtävässä opinnäytetyössä.

* Pakollinen

1. Testaajan ikä?

- 18-34
- 35-49
- 50-68

2. Onko työsi aiheuttanut sinulle seuraavia vaivoja?

- Olkapäähän kohdistuvaa särkyä
- Niskaan kohdistuvaa särkyä
- Hartia alueen särkyä
- Ei

Muu

3. Minkälaisiin asioihin odotat Skelexin tuovan apua? *

 Työn kuormituksen pienentäminen Työssä jaksaminen Vähemmän kiputiloja Työn tehokkuuden lisääminen Uusien työtapojen kokeileminen

Muu

4. Skelex:n käyttöönotto *

Laitteen perehdytys, saiko tarpeelliset tiedot?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

En, käyttöönotto oli hankalaa

Kyllä, käyttöönotto sujui helposti

5. Onnistuiko Skelex:n pukeminen ylle vaivatta?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Ei, laitteen pukeminen on hankalaa.

Kyllä, laitteen pukeminen on erittäin helppo

6. Skelex:n käyttö

Kuinka kauan käytit laitetta työvuoron aikana (8 tuntia)?

1-2 tuntia

3-4 tuntia

5-6 tuntia

7-8 tuntia

Muu

7. Missä työssä käytit Skelexiä

Ylöspäin tapahtuva työt

Alakattotyöt

Väliseinätyöt (sis. alakatot)

Holvin muottityöt ja purku

Muu

8. Oliko laitteesta apua?

Alla kuvattu, erinlaisia ylöspäin työskentelyyn liittyviä tilanteita.

	Ei ollut apua	-	En osaa sanoa	-	Kyllä, laite todella auttoi.
Materiaalin nosto (hartia linjasta ylöspäin)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materiaalin pito ylhäällä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materiaalin kiinnitys esim poraus, ruuvaus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Purkutyö	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Muu:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Muutitko työskentelytapoja tai -liikkeitä, Skelexiä käyttäessä? Muutitko työskentelytapoja tai -liikkeitä, Skelexiä käyttäessä?

Kyllä

Ei

10. Miten työtavat tai -liikket muuttuivat? kuvaile sanoin.

--

11. Tuntuiko työnteke kevyemmältä, kuin normaalisti?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

En huomannut eroa

Kyllä, merkittävästi

12. Huomasitko palautumisessa muutoksia?

Seuraavan päivän vireys taso.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

En huomannut eroa

Kyllä, merkittävä muutos

13. Lihasten palautuminen

Onko lihaksesi palautunut nopeammin?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Ei, en ole havainnut muutosta.

Kyllä, huomattavasti

14. Käyttäisitkö laitetta myös tulevaisuudessa?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

En lainkaan todennäköisesti

Erittäin todennäköisesti

15. Niskatuki

Kuinka kauan käytit tukea, työvuoron aikana (8 tuntia)?

1-2 tuntia

3-4 tuntia

5-6 tuntia

7-8 tuntia

16. Oliko niskatuesta apua työssä?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Ei lainkaan

Kyllä, niskatuki auttoi työssä

17. Miten niskatuen käyttö, onnistui kypärän kanssa?

18. Käyttäisitkö niskatukea myös tulevaisuudessa?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

En lainkaan todennäköisesti

Erittäin todennäköisesti