

Leikkuu- ja rullauskoneen turvallisuuden pa- rantaminen

Wipak Oy

LAB-ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK), Konetekniikka

Kevät 2022

Toni Hakomäki

Tiivistelmä

Tekijä(t) Hakomäki, Toni	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 20	Valmistumisaika 2022
Työn nimi Leikkuu- ja rullauskoneen turvallisuuden parantaminen Wipak Oy		
Tutkinto Insinööri (AMK), Konetekniikka		
Toimeksiantajan nimi, titteli ja organisaatio Timo Myllys, tuotantopäällikkö, Wipak Oy		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli parantaa leikkuu- ja rullauskone leikkuri 25:n turvallisuutta helpottamalla leikkurin varsitasolle nousemista ja sieltä laskeutumista. Työ tehtiin joustopakkausalan yrityksen, Wipak Oy:n, toimeksiantona yhteistyössä Caverion Oy:n kanssa. Varsitasolle nousemiseen ja laskeutumiseen oli aikaisemmin käytetty työtasoja ja liikutettavia askelmia, mutta näiden tilalle haluttiin uusi ratkaisu.</p> <p>Tavoitteena oli suunnitella yksinkertainen ratkaisu, jonka käyttäminen olisi mahdollisimman helppoa ja nopeaa. Suunnittelu alkoi tutkimalla yhtiön tuottamaa alkuperäistä suunnitelmaa ja miettimällä mahdollisia muita ratkaisuja. Varsitasolle nousemista ja sieltä laskeutumista testattiin ennen lopullisen ratkaisun päättämistä muun muassa kuormalavojen avulla. Työn teoriaosuudessa tutustuttiin konetekniikassa käytettäviin turvallisuusmenetelmiin ja standardeihin.</p> <p>Työn tuloksena saatiin toteutettua leikkurin varsitason alta käsin vedettävä, kiskoilla liikkuva astinlauta. Caverion Oy:n rakentamien testikappaleiden käytännön testitulokset olivat hyvin positiivisia. Ne paransivat leikkurin varsitasolle nousemista ja sieltä laskeutumista sekä turvallisuuden että ergonomian näkökulmasta. Testikappaleiden asennuskorkeudessa ilmenneiden ongelmien takia astinlautojen kehittäminen ja seuranta jatkuu työn tekijän sekä Wipak Oy:n toimesta opinnäytetyön valmistumisen jälkeen.</p>		
Asiasanat turvallisuus, ergonomia, standardit		

Abstract

Author(s) Hakomäki, Toni	Type of Publication Thesis, UAS	Published 2022
	Number of Pages 20	
Title of Publication Safety improvement of slitting and winding machine Wipak Oy		
Name of Degree Engineer (UAS)		
Name, title and organization of the client Timo Myllys, Product manager (Eng.), Wipak Oy		
Abstract <p>The subject of this thesis was to improve the safety of slitting and winding machine slitter 25 by relieving the climbing and descending process to and from the web surface. The task was done as a commission by flexible packaging company Wipak Oy in collaboration with Caverion Oy. Climbing and descending was previously done by using working surfaces and movable steps, but a better solution was requested.</p> <p>The goal of the layout was to design a simple solution which would be as quick and easy to use as possible. The planning process began by examining the original layout designed by the company and thinking over other possible solutions. The climbing and descending process to and from the web surface was tested by using pallets among other things before determining the final solution. Safety methods and standards used in mechanical engineering were explored in the commission's theory portion.</p> <p>As a solution, a pullable step moving on rails was implemented under the web surface. The results gathered by testing the prototypes produced by Caverion Oy were highly positive, resulting in improving the climbing and descending process to and from the web surface from safety and ergonomic perspective. Because of the problems caused by the installation height of the prototype step, the improvement and monitoring of the steps will continue by the author and Wipak Oy after the completion of this thesis.</p>		
Keywords Safety, ergonomics, standards		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Wipak Oy.....	2
3	Turvallisuus konetekniikassa	3
3.1	Valmistajan velvollisuudet.....	3
3.2	Vaatimusten mukainen suunnittelu	3
3.3	Ergonomia	4
3.3.1	Ergonomia laitteiden suunnitteluprosessissa	4
3.3.2	Laitteen käytön arviointi	5
3.4	Korkealla työskentely.....	5
4	Standardit	7
4.1	Yleistä standardeista	7
4.2	Yhdenmukaistetut standardit	7
5	Varsitasolle nousemisen parantaminen	9
5.1	Suunnittelun aloittaminen.....	9
5.2	Vaihtoehtojen vertailu	10
5.3	Lopullinen ratkaisu.....	12
5.4	Suunnitelman realisointi.....	13
6	Riskien arviointi.....	16
6.1	Riskien hallinta	16
6.2	Varsitasolle nousemisen riskien arviointi.....	16
7	Yhteenveto	18
	Lähteet	19

1 Johdanto

Leikkuu- ja rullauskone Leikkuri 25:n turvallisuuden parantaminen toteutettiin Wipak Oy:n toimenksiantona Nastolassa. Wipakin Nastolan tehtaalla sijaitsevan leikkuu- ja rullauskoneen varsitasolla joudutaan suorittamaan tuotannon takaamiseksi aika ajoin erinäisiä huoltotoimenpiteitä, kuten tylsien leikkuuterien vaihtaminen uusiin. Varsitasolle nouseminen ja sieltä alas laskeutuminen on ollut ongelma jo pidemmän aikaa, eikä toimivaa ratkaisua ole löydetty. Nousemiseen ja laskeutumiseen on käytetty tähän mennessä erilaisia tikkaita ja työtasoja, mutta niiden käyttämisestä esiintyneiden ongelmien takia tilalle haluttiin parempi ratkaisu.

Työn tavoitteena oli suunnitella ratkaisu leikkurin varsitasolle nousemisen ja sieltä alas laskeutumisen helpottamiseksi ja turvallisuuden parantamiseksi. Varsitasolle nouseminen ja sieltä laskeutuminen vaati aikaisemmin koneenhoitajilta liiallista jalalla kurottamista, jolloin horjahtamis-, kaatumis- ja putoamisvaara oli huoltotoimenpiteiden aikana koko ajan läsnä. Opinnäytetyössä perehdytään myös korkealla työskentelyssä käytettäviin turvallisuusmenetelmiin ja koneturvallisuuteen yleisesti, sekä konetekniikassa käytettäviin standardeihin. Työssä suunniteltavan ratkaisun testikappaleet ja lopullinen muoto rakennetaan ja asennetaan Caverion Oy:n toimesta.

2 Wipak Oy

Wipak Oy on osa perheomisteista Wihuri-konsernia, joka yli 100-vuotiaan historiansa aikana on kasvanut pienestä perheyhtiöstä kansainväliseksi toimijaksi. Wihuri-konsernilla on neljä toimialaa: Wihurin pakkausteollisuus, päivittäistavaratukkutoimintaan Suomessa keskittyvä Wihuri Metro-tukku, tekninen kauppa sekä tilauslentoja tarjoava Wihuri Aviation. Wihurin pakkausteollisuuden muodostavat Euroopassa ja Aasiassa toimiva Wipak sekä Pohjois-Amerikassa toimiva Winpak. (Wihuri 2021.)

Innovatiivisiin ja laadukkaisiin pakkausratkaisuihin keskittyvä Wipak työllistää 1800 henkilöä 11 tehtaassaan ympäri Eurooppaa ja Aasiaa. Kaksi näistä tehtaista sijaitsevat Suomessa, Nastolassa sekä Valkeakoskella. Wipakin kohderyhminä toimivat elintarvike- sekä sairaalatarviketeollisuus. Yrityksen liikevaihto on 450 miljoonaa euroa. (Wipak 2021a.)

Wipakin yksi tärkeimmistä arvoista on maapallon ja tulevien sukupolvien tulevaisuus. Yritys pyrkii kaikessa toiminnassaan vähentämään hiilijalanjälkeään sekä kehittämään ratkaisuja kestäväen kehityksen puolesta. Wipak onkin luvannut olevansa vastuullisin joustopakkausalan yritys. (Wipak 2021b.)

Nastolan tehtaan leikkuri 25

Euromac TB 8.10CM -leikkuu- ja rullauskone eli leikkuri 25 muodostuu leikkaus- ja kelauskoneesta, jolla muovikalvoa pystytään aukirullaamaan, leikkaamaan sekä kiinnirullaamaan. Se on valmistettu Italiassa vuonna 2016 Euromac Costruzioni Meccaniche s.r.l.:n toimesta. (Euromac Costruzioni Meccaniche 2016.) Wipakin Nastolan tehtaalla käytössä olevalla leikkurilla halkaistaan pääasiassa samaan osastoon kuulualta tasolinjalta valmistuvia emorullia, jotka ovat leveydeltään noin 3,5 metriä ja painoltaan noin 3500–3600 kiloa. Näissä emorullissa akseli, jolle materiaali kelataan, on valmistettu teräksestä ja sen kiinnittäminen aukirullaimelle toimii eri tavalla, kuin muovi- tai pahviakseleilla, joissa aukirullaimen karojen on oltava erilaiset. Tästä syystä tuotannon kannalta on järkevämpää halkaista pienemmät, erilaisilla akseleilla varustetut emorullat tehtaan muilla pienemmillä leikkureilla, jotka ovat huomattavasti kapeampia. 3,5 metriä leveät emorullat on mahdollista halkaista kahdesta kymmeneen osaan.

Koneenhoitajan tehtävät muodostuvat parametrien säätämisestä, valvonnasta sekä tarvittaessa pakkaamisesta. Tilauksille määritellyt parametrit löytyvät SAP-järjestelmästä, jotka operaattori syöttää koneen etuosassa sijaitsevaan teollisuustietokoneeseen. Valmiiden halkaistujen tuotteiden pakkaaminen tapahtuu joko automaattisen pakkaus- ja lavauslinjaston avulla, tai käsin pakkaamalla koneen etuosassa, valmiiden tuotteiden koosta riippuen. Suurien tuotteiden nostaminen kuormalavoille tapahtuu leikkurilla olevan nosturin avulla.

3 Turvallisuus konetekniikassa

3.1 Valmistajan velvollisuudet

Koneen turvallisuusratkaisujen huomioon ottaminen jo koneen suunnitteluvaiheessa antaa parhaat mahdollisuudet vaikuttaa turvallisuuteen. Edullisten ja helppojen turvallisuusratkaisujen lisääminen pitkälle edenneessä koneen suunnittelussa on vaikeaa, ja huonoimmassa tapauksessa koneen turvallisuutta arvioidaan vasta koneen valmistuessa. Tällöin koneen käyttöönottoa varten saatetaan joutua tekemään hyvin kalliita ratkaisuja. (Siirilä & Kerttula 2007, 12.)

Lainsäädännön mukaan koneen valmistajan on otettava turvallisuus huomioon suunnittelun alusta lähtien. Laitteen suunnittelussa lähtökohtana on, ettei suojuksia tai turvalaitteita tarvita, mutta mahdollisten vaarakohtien suojaamiseksi valmistajan on tarjottava toimivia turvallisuusratkaisuja. Käyttöohjeissa on mainittava sellaisista turvallisuusuhista, joita ei ole voitu turvalaitteilla poistamaan. (Siirilä & Kerttula 2007, 12.)

3.2 Vaatimusten mukainen suunnittelu

Kone on suunniteltava ja rakennettava niin sanotun koneasetuksen olennaisten terveys- ja turvallisuusvaatimusten mukaisesti (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008). Vaatimusten mukaisessa suunnittelussa noudatetaan niin sanottua kolmen askeleen periaatetta: vaarat poistetaan tai vähennetään suunnittelemalla ja rakentamalla kone turvallisesti käyttämällä turvallista teknologiaa ja prosesseja. Näihin kuuluu esimerkiksi käsin tehtävien työvaiheiden mekanisointi tai automatisointi sekä koneenrakennukseen ja -suunnitteluun kuuluvien ammattisääntöjen noudattaminen, kuten laskentamenetelmät. Vaaroja voidaan poistaa myös ergonomisten periaatteiden huomioon ottamisella. Sellaisia vaaroja varten, joita ei voida poistaa tai riittävästi rajoittaa suunnittelun avulla, otetaan käyttöön suojuksia ja turvalaitteita. Suunnittelijan on otettava huomioon myös varotoimenpiteet hätätilanteisiin ja huollettavuuteen sekä huolehdittava, että koneen käyttäjällä on turvallinen pääsy käyttö- ja huoltokohteisiin. Koneen suunnittelijan on huolehdittava, että koneen käyttäjillä on käytössään käyttö- ja huolto-ohjeet, sekä tieto mahdollisista varotoimenpiteistä. Jäljelle jääneistä vaaratekijöistä on ilmoitettava käyttöohjeessa. Suunnittelijan on myös ilmoitettava mahdollisista erikoiskoulutuksista ja henkilönsuojaimista sekä väärinkäytön ollessa mahdollista, ilmoittaa mahdollisista vaaroista. (Siirilä & Kerttula 2007, 16–17.)

Koneasetuksen liite 1 sisältää yleiset koneita koskevat turvallisuusvaatimukset sekä lisävaatimukset nostamisesta tai liikkumisesta aiheutuvien vaaratekijöiden varalle. Korkeaa hygieniää vaativille, maanalaisessa työssä käytettäville tai henkilöiden nostamiseen

käytettäville koneille on myös omat erityisvaatimuksensa. Liitteen 1 vaatimukset ovat hyvin yleisellä tasolla, sillä niitä tulee voida soveltaa hyvin erilaisiin koneisiin. (Siirilä & Kerttula 2007, 17.)

3.3 Ergonomia

Ergonomialla tarkoitetaan työn ja toimintaympäristön ennakoivaa suunnittelua ja kokonaisvaltaista kehittämistä. Hyvät työkäytännöt ja -ympäristöt, sujuvat työprosessit sekä helppokäyttöiset työvälineet ja järjestelmät huomioivat ihmisille tyypillisiä fyysisiä ja psyykkisiä ominaispiirteitä ja tarpeita sekä yksilöllisiä rajoitteita. (Työterveyslaitos.) Ergonomia voidaan jakaa kolmeen osa-alueeseen:

- Fyysinen ergonomia keskittyy sopeuttamaan toiminnan ihmisen anatomisten ja fysiologisten ominaisuuksien mukaisiksi työympäristön, työpisteiden, työvälineiden ja työmenetelmien suunnittelussa.
- Kognitiivinen ergonomia keskittyy käyttöliittymien ja tiedon esittämistapojen sopeuttamiseen vastaamaan ihmisen tiedonkäsittelyn ominaispiirteitä.
- Organisatorinen ergonomia pyrkii yhteensovittamaan sosiaalisen ja teknisen järjestelmän mm. henkilöstön, työprosessien, työkokonaisuuksien ja työaikajärjestelyjen suunnittelussa. (Ergonomiayhdistys 2019.)

Kokonaisvaltaisella ergonomialla huomioidaan työhön liittyvät eri ulottuvuudet, jolloin saavutetaan työn ja toiminnan kannalta paras tulos (Työterveyslaitos).

3.3.1 Ergonomia laitteiden suunnitteluprosessissa

Laitteiden suunnitteluprosessissa voi olla erilaisia mahdollisuuksia hyödyntää käyttäjien kokemuksia sekä yhteistyötä työterveyden ja työsuojelun asiantuntijoiden kanssa. Suurten laitteiden rakentamisen ja käyttöönoton tapahtuessa työskentelypaikalla, voidaan hyödyntää yhteistyötä lopullisten käyttäjien kanssa. Valmiina myytävät tuotteet testataan valmistajien omissa tiloissa ja parhaaksi näkemissään käyttötilanteissa, jolloin loppukäyttäjällä ei ole mahdollisuutta vaikuttaa tuotteen suunnitteluun. (Launis & Lehtelä 2011, 339–340.)

Suunnittelijat toteuttavat työssään yhteisesti sovittuja tai asiakkaan asettamia vaatimuksia, jotka määrittävät hyvin pitkälle tekniset ratkaisuvaihtoehdot. Ergonomiset tavoitteet ja kriteerit ovat läsnä suunnittelijoiden ajattelussa koko suunnitteluprosessin ajan. Yleiset ergonomiavaatimukset on toteutettava niin yksityiskohtaisina ja konkreettisina, kuin suunnitteluvaiheessa on mahdollista, ottaen huomioon suunnittelukohde ja käyttäjäkunta. (Launis & Lehtelä 2011, 341–342.)

3.3.2 Laitteen käytön arviointi

Laitteen toteutus- ja käyttöönottovaiheessa voidaan arvioida laitteen ergonomisia seikkoja sekä todentaa laadittujen kriteerien täyttyminen. Suunnittelijalla on tässä vaiheessa mahdollisuus seurata asennus- ja käyttöönottovaiheita ja käyttää tilaisuudet kokonaisuuden viimeistelyyn. Käyttäjiltä tai heidän edustajiltaan saadun palautteen perusteella mahdolliset muutokset työn helpottamiseksi tehdään tässä vaiheessa. (Launis & Lehtelä 2011, 347–348.)

Todellisen käytön aikana kerätyn palautteen perusteella voidaan tehdä vielä parannuksia järjestelmään tai hyödyntää saatua palautetta tulevaisuudessa seuraavien projektien aikana. Palaute välitetään ratkaisun suunnittelijalle asti, ja sen on oltava erittelevää: hyvät ja huonot asiat, arvioinnin perusteet sekä parannusehdotukset. (Launis & Lehtelä 2011, 348.)

3.4 Korkealla työskentely

Korkealla työskentelyllä tarkoitetaan sellaista työtä, jossa on olemassa putoamisvaara, tai työtaso sijaitsee yli kahden metrin korkeudessa, eikä se sisällä kiinteää tai kaiteilla varustettua työtasoa. Korkealla työskentelyä halutaan ensisijaisesti välttää muuttamalla työtapoja tai työympäristöä siten, että työ tapahtuu lattian tasolla. Tämä ei kuitenkaan ole aina mahdollista, joten putoaminen pyritään estämään asianmukaisilla työtasoilla ja kaiteilla. (Työturvallisuuspakki.)

Putoaminen on korkealla työskentelyssä suurin vaaratekijä. Hyvällä ennakkosuunnittelulla pystytään vähentämään tai poistamaan putoamisvaara kokonaan. Kulutiet on varustettava asianmukaisilla suojakaiteilla ja kuilut ja aukot on suojattava kansilla, jotka ovat kyllin tukevia. (Työturvallisuuskeskus.)

Tikkaat

Tikkaiden turvallinen käyttö vaatii erityistä huomiota, ja niitä tulee käyttää vain painumattomilla ja tasaisilla alustoilla. A-tikkaita käytetään silloin, kun työtelineen vaatiminen olisi kohtuutonta, kuten työn ollessa lyhykestoinen. Nojatikkaiden käyttäminen soveltuu vain lyhyiden ja kertaluontoisten töiden suorittamiseen, ja silloin on tärkeää varmistaa, että ne pysyvät tukevasti pystyssä. Nojatikkaita ei saa käyttää työalustana. (Työturvallisuuskeskus.)

Telineet

Tilanteessa, jossa kiinteän työtason käyttäminen ei ole mahdollista, turvaudutaan työtelineeseen. Telineet pystytetään ja puretaan aina suunnitelman mukaan, jossa huomioidaan rakenteelliset vaatimukset sekä työhön vaadittavat edellytykset. Yli kahden metrin

korkeuteen rakennettaviin työtasoihin on asennettava vähintään metrin korkuinen suoja-kaide, joka sisältää välijohteen ja jalkalistan. Valtioneuvoston asetuksessa rakennustyön turvallisuudesta 205/2009 on annettu tarkempia määräyksiä telineiden käyttöön liittyen. (Työturvallisuuskeskus.)

Henkilönsuojaimet

Suojelutoimenpiteiden tai työn organisoinnin tuottaessa riittämättömiä tuloksia, otetaan käyttöön henkilönsuojaimet. Työnantaja vastaa suojainten kustannuksista niiden ollessa välttämättömät työnantajan tekemän riskinarvioinnin perusteella tai niiden käyttämistä vaaditaan toimialaa koskevissa säädöksissä. Käyttäjien henkilökohtaisten ominaisuuksien sekä suojainten käyttömukavuuden kannalta on tärkeää, että käyttäjät osallistuvat suojainten valintaan. Suojainten käytön opastuksella varmistetaan, että niitä käytetään oikein ja että käyttäjät huolehtivat niiden kunnossapidosta. Henkilönsuojaimia ovat esimerkiksi suojavaatteet tai turvavaljaat. (Työturvallisuuskeskus.)

Korkean paikan työlupa

Korkealla työskentely voidaan myös määrittää yrityksessä luvanvaraiseksi työksi, jolloin työnjohtaja tai tehtaan päällikkö, hyväksyttyään suunnitelman työn toteutuksesta, myöntäisi luvan. Suunnitelman tulee sisältää arviointi henkilön putoamisvaarasta, työkalujen tai muun materiaalin putoamisriskistä, materiaalien ja tarvikkeiden turvallisesta kuljetuksesta työpisteeseen sekä työalueen rajauksesta. Yksin työskentely ei olisi sallittua. Työlupaa ei ole tarvetta myöntää korkealla sijaitsevalle kiinteälle työtasolle, jolla työskentely normaalisti tapahtuu. (Työturvallisuuspakki.)

4 Standardit

4.1 Yleistä standardeista

Standardit ovat kirjallisia julkaisuja, joilla määritetään yhteisesti sovittuja vaatimuksia, suosituksia tai ominaisuuksia tuotteille ja niiden valmistukselle tai testaukselle sekä järjestelmille tai palveluille. Standardisoinnissa laaditaan yhteisiä toimintatapoja, joilla saavutetaan toimivia ja hyviä käytäntöjä, ratkaisuja ja vaatimuksia. Standardien laatimiseen voi osallistua kuka tahansa alan asiantuntija, mutta niistä ei päättä kukaan yksin. Markkinoiden tarve ja toive ovat suuressa asemassa standardien syntymisessä. (SFS a.)

Standardit, joissa voidaan määrittää tuotteen mittoja ja ominaisuuksia, kutsutaan perustandardeiksi. Myös abstraktimpia asioita pystytään standardisoimaan, kuten sähkötyöturvallisuus tai rekrytointi. Standardeja voidaan ryhmitellä myös niiden luonteen mukaan. Standardit on jaoteltu standardityyppeihin: perusstandardit sisältävät mittayksiköitä, tunnuksia, piirrosmerkkejä, matemaattisia merkkejä sekä eri alojen sanastoja. Ne toimivat yksinään tai niitä voidaan käyttää toisten standardien perustana. Perusstandardit antavat perustietoa, jota käyttäjä voi itse soveltaa. Tuotestandardit yksilöivät tuotteelle tai tuoteryhmälle asetettavia vaatimuksia. Ne käsittelevät tuotteiden yhteensopivuutta, mitoitusta ja lajivalikoimaa, aineen kestävyyttä, laatua, rakennetta ja turvallisuutta. Palvelustandardit määrittelevät palveluiden tarkoituksenmukaisen toiminnan vaatimukset. Menetelmästandardit koskevat mitausta, testausta, analyysijä ja työmenetelmiä käsitteleviä standardeja. Myös tuotteiden toimitusehtoja koskevat standardit kuuluvat tähän ryhmään. Hallintajärjestelmästandardit eli johtamisen standardit tarjoavat viitekehyksen johtamisjärjestelmille. Hallintajärjestelmästandardit eivät sisällä tarkkoja vaatimuksia, ja organisaatiot voivat halutessaan valita käyttöönsä vain osan järjestelmän standardeista koko hallintajärjestelmän sijaan. (SFS b.)

Standardien rakenne on aina sama. Asiakirja sisältää esipuheen ja johdannon, standardin soveltamisalueen ja muiden standardien käyttömahdollisuudet sekä termistön, jossa listataan ja määritellään standardissa käytettävät termit. Standardin varsinainen ydin tulevat näiden jälkeen, joka sisältää tarkat vaatimukset. Lopussa esitetään opastavaa sisältöä. (SFS a.)

4.2 Yhdenmukaistetut standardit

Yhdenmukaistetut eli harmonisoidut standardit ovat eurooppalaisten standardisointijärjestöjen CENin, CENELECin tai ETSIn laatimia standardeja, jotka on EU:n virallisessa lehdessä mainittuja säädöksiin liittyviä eurooppalaisia standardeja. Ne on vahvistettu EU:n yhdenmukaistamislainsäädännön soveltamiseksi Euroopan komission pyynnön perusteella.

(SFS c.) CENELEC tekee sähköön liittyviä standardeja, ETSI tietoliikennestandardeja ja CEN kaikkia muita standardeja (Siirilä & Kerttula 2007, 17).

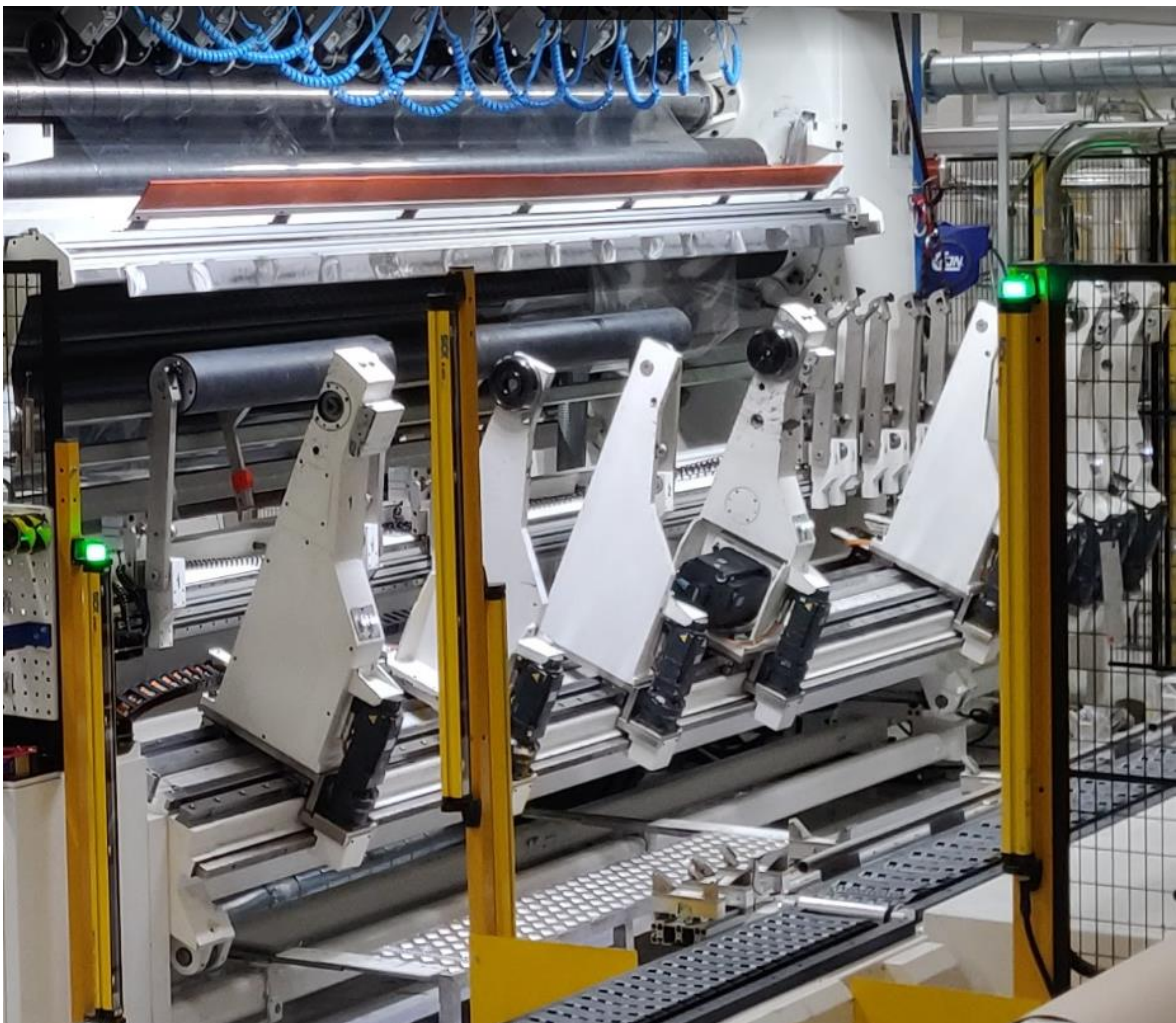
Yhdenmukaistettujen standardien mukaisesti rakennettujen koneiden katsotaan täyttävän koneasetuksen olennaiset terveyst- ja turvallisuusvaatimukset. Yhdenmukaistetut standardit kuvaavat tekniikan kehityksen nykytasoa. Valmistaja saattaa joutua osoittamaan viranomaiselle standardien edellyttämän turvallisuustason, jos kone suunnitellaan ja rakennetaan pelkästään koneasetuksen asettamien vaatimusten mukaisesti. Kun kone, laite, komponentti tai menetelmä perustuu aikaisemmin käytettyyn turvallisuustekniikkaan, se on yleisesti sovellettavissa ja saatavilla ja sen sovellutuksia on jo käytössä ja niistä saadut kokemukset ovat myönteisiä, voidaan sen katsoa olevan turvallisuustekniikan nykytasolla. (Siirilä & Kerttula 2007, 19.)

Yhdenmukaistetut standardit laaditaan ja julkaistaan EN-standardeina, jolloin kaikki eurooppalaiset standardisointijärjestöt asettavat EN-standardit saataville identtisinä ja kansallisina standardeina. Kansalliset, EN-standardien kanssa ristiriidassa olevat kansalliset standardit kumotaan. (SFS c.)

5 Varsitasolle nousemisen parantaminen

5.1 Suunnittelun aloittaminen

Leikkuu- ja rullauskoneen turvallistamisen suunnittelu aloitettiin keväällä 2021. Projektin päämääränä oli suunnitella toteuttamista vaille valmis ratkaisu, miten leikkurin varsitasolle nousemista ja laskeutumista voidaan parantaa turvallisuuden näkökulmasta. Kuvassa 1 näkyvä varsitaso kallistuu eteen- ja taaksepäin suhteessa kelautuvan tuotteen halkaisijaan. Suurin mahdollinen kallistuskulma on 90 astetta, johon päästään vain tuotteiden purkuvaiheessa tai manuaalisesti. Varsia ja varsitasoa on mahdollista kallistaa teollisuustietokoneen avulla sekä liikuttaa sivusuunnassa kiskoilla varsissa olevien nappien ansiosta.



Kuva 1. Leikkurin ulomman puolen varsitaso

Leikkuriin oli jo laadittu alustava suunnitelma, jossa leikkurin molemmille kelauspuolille olisi asennettu 9 kappaletta kuvan 2 tyyppisiä, asuntoautoissa käytettäviä, sähkömoottoroituja astinlautoja. Kummallekin kelauspuolelle olisi asennettu oma ohjausnappi, jota painamalla kaikki 9 sen kelauspuolen astinlautoa olisivat avautuneet koneen alta. (Myllys 2021.)



Kuva 2. Alustavan suunnitelman Thulen moottoroitu astinlauta (Thule Group 2022)

Moottoroitujen astinlautojen asentaminen olisi sijoittunut suoraan varsitason alaosaan, noin 40 cm korkeuteen (Myllys 2021). Ongelmaksi muodostui kuitenkin astinlautojen kallistuminen, jos varsitaso ei olekaan suorassa, sillä varsitaso kallistuu eteenpäin suhteessa leikatavan tuotteen halkaisijaan. Leikkurin varsitasolle on joissain tilanteissa pakko kiivetä, vaikka varsilla olisikin kelattuja rullia. Tällaisia tilanteita ovat esimerkiksi tylsien leikkuuterien vaihtaminen halkaisun ollessa kesken. Ratkaisuna tähän mietittiin astinlautojen takaosaan asennettavia korotuspaloja, jotka asettaisivat astinlaudat hieman yläviistoon, mutta tällöin varsitason ollessa suorassa muodostuisi askelman kulma liian suureksi.

5.2 Vaihtoehtojen vertailu

Varsitason alapintaan asentaminen ei ollut mahdollista, joten vaihtoehtoiseksi ratkaisuksi mietittiin koneen yläosasta varsitason eteen taittuvaa askelmaa. Toimintaperiaate muuttuisi siten, että moottoroitujen astinlautojen sijaan käytettäisiin staattisia, tukirakenteissa kiinni olevia askelmia. Tällöin nappia painamalla astinlauta liikkuisi koneen yläosasta varsitason eteen. Turvallisuus sekä toimivuus olisivat todennäköisesti tässä ratkaisussa tuottaneet ongelmia, sillä varsitason edessä oleva tuotekuljetin olisi laskeutuvien askelmien edessä. Lisäksi mahdollisen toimintahäiriön sattuessa ja ihmisen tai esimerkiksi tuotekuljettimen

ollessa purkuvaiheessa varsitason edessä, laskeutuisivat askelmat suoraan alla olevan päälle.

Jo suunnittelun alusta lähtien ratkaisun haluttiin olevan mahdollisimman yksinkertainen. Alustavan suunnitelman moottoroidut astinlaudat hylättiin, sillä käsikäyttöinen ratkaisu olisi paljon yksinkertaisempi toteuttaa, kuin automaatiolla toimiva ratkaisu. Sähkömoottoroituihin astinlauoihin on lisäksi mahdollista tulla sähkövikoja.

Käsikäyttöisille astinlaudoille oli monia ideoita, mutta varsitason alapinnan käytön esteellisyys aiheutti leikkurin ulommaisella puolella ongelmia. Varsitason ollessa täydessä 90 asteen kulmassa kääntyneenä, jää varsien kuvassa 3 näkyvien moottoreiden ja etummaisen tukipalkin väliin vain 5 cm tilaa. Leikkurin toisella puolella tätä tukipalkkia ei ole, jolloin ratkaisun toteuttaminen on lisätilan ansiosta huomattavasti helpompaa. Kyseisen tukipalkin poistamista tai laskemista ehdotettiin, mutta ehdotus hylättiin, sillä koneen alkuperäisiin rakenteisiin ei haluttu tehdä muutoksia lujuuksien ja tukipisteiden mahdollisesti muuttuessa (Kärkkäinen 2021).



Kuva 3. Ulommaisena puolen tukipalkki varsitason alapuolella

Eräs mahdollinen ratkaisu olisi ollut asentaa valmiiden tuotteiden purkamista varten tarkoitettuun tuotekuljettimeen taittuva levy, jota pitkin varsitasolle kävellään. Tuotekuljetinta on mahdollista ajaa kohti varsitasoa manuaalisesti, jolloin tarvittavan rampin pituuden ei tarvitsi olla kovin suuri. Tämä vaihtoehto olisi ollut mahdollisesti kaikista turvallisim, mutta samalla myös epäkäytännöllisin, sillä tuotekuljettimella on hyvin hidas siirtymisnopeus, eikä varsitason ja tuotekuljettimen väliin mahdu menemään tuotekuljettimen ollessa käytävällä.

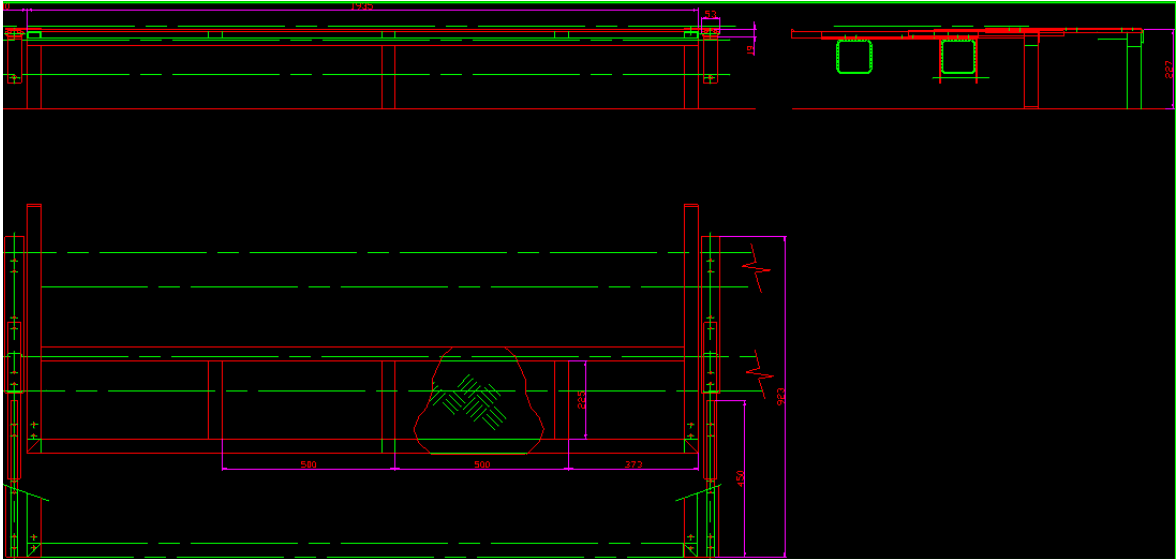
Ideat alettiin keskittämään varsitason alle, etummaisen tukipalkin päälle tai alle, sillä se oli kaikista loogisin ja helpoin paikka toteuttaa toimiva ratkaisu tilan vähyydestä huolimatta. Askelman sopivaa korkeutta testattiin kuormalavojen avulla, sillä pelkona oli, että askelma tulisi sijoittumaan liian alas. Hieman etummaisen tukipalkin yläpuolelle sijoittuva korkeus kuitenkin havaittiin käytössä hyväksi.

Askelman tulisi olla helppo- ja nopeakäyttöinen, eli sen voisi käsin tai jalalla helposti vetää varsitason alta käyttöön. Ratkaisuksi mietittiin sivuttaissuunnassa kiskojen avulla liikkuvaa astinlautaa, joka olisi mahdollista siirtää haluttuun kohtaan. Tässä riskinä oli askelman liikahtaminen pois henkilön alta kiipeämis- tai laskeutumisvaiheessa. Tästä päädyttiin ratkaisuun, jossa varsitason alapuolelle asennetaan kaksi 2,1 metriä leveää astinvaunua koneen molemmille puolille.

Ratkaisussa olisi yksinkertainen rakenne. Astinvaunu koostuisi alumiinisesta rungosta sekä astinlevystä. Vaunun liikuttaminen tapahtuisi jousitoimisilla pyörillä, jotka tarpeeksi suuren massan ilmaantuessa lukkiutuvat paikoilleen. Pyörien lukkiutuminen takaisi sen, ettei kiipeämis- tai laskeutumisvaiheessa astinvaunu lähde pois henkilön jalkojen alta sille astuttaessa. Lisäksi astinvaunun takaosaan asennettaisiin varoimenpiteenä levy, joka kulkisi etummaisen tukipalkin alapuolelta astinvaunun ollessa vedettynä ulos, estäen mahdollisen astinvaunun kallistumisen.

5.3 Lopullinen ratkaisu

Jousitoimisten pyörien saatavuus ja mitoittaminen tuottivat ongelmia. Halutun tyyppisiä pyöriä ei ollut saatavilla, sekä niiden mitoittaminen jo valmiiksi ahtaaseen tilaan oli haastavaa. Pyörien takia astinvaunua ei ollut mahdollista saada oikealle korkeudelle, sillä askelma olisi auttamatta liian korkealla sen ollessa käyttämättömänä, ja sille astuttaessa astinlevyn pohja ja tukirakenteet osuisivat etummaisen tukipalkin yläpintaan. (Teräväinen 2021.) Tästä siirryttiin kuvassa 4 näkyvään vaihtoehtoiseen suunnitelmaan, jossa pyörien tilalle tulisi liukukiskot, jota pitkin astinlevy olisi helppo vetää varsitason alta esille.



Kuva 4. Piirroskuvat astinlaudan lopullisesta ratkaisusta (Teräväinen 2022)

Suunnitelma toteutettiin yhteistyössä Caverion Oy:n kanssa, joka valmisti testikappaleen ja viimeisteli piirustukset lopulliseen muotoonsa. Myös leikkurin varsitason käytävän päässä olevaan turvaskanneriin tehtiin muutoksia, ettei se reagoisi varsitason alta hieman ulos tulevaan astinlautaan

5.4 Suunnitelman realisointi

Caverionin tuottamassa testikappaleessa astinlaudan liikuttamiseen käytettävät kiskot olivat liian jäykät, jolloin niiden vetäminen varsitason alta vaati liikaa voimaa. Lisäksi kiskot eivät liikkuneet molemmilta puolilta yhtä aikaa, jolloin astinlauta tuli varsitason alta vinossa, lisäten vastusta. Vaadittavat korjaukset kiskoihin tehtiin, ja nyt astinlauta näytti toimivan kuten pitääkin. Operaattoreilta saadun palautteen perusteella astinlauta oli toimiva ja helpotti varsitasolle kiipeämistä huomattavasti. Sen lisäksi että astinlauta paransi turvallisuutta lyhentämällä korkeutta alas tullessa, se paransi myös ergonomiaa. Tilauksen mittojen muuttuessa saatetaan joutua asettamaan leveämmät vastatelat varsien taakse. Kuvassa 5 näkyvä vastatela painaa hylsyä vasten, pitäen huolen kelauksen kireydestä ja suoruudesta. Vastatelan on oltava yhtä leveä, kuin kelattavan tuotteen leveys. Leveimmillään 2 metriä leveät vastatelat on huomattavasti helpompi asettaa paikoilleen varsien taakse, kun nostokorkeus ei ole niin suuri.



Kuva 5. Varsien takana oleva musta vastatela

Ongelmia ilmeni kuitenkin astinlaudan korkeudessa. Leikkurin varsien moottoreiden alaosat osuivat astinlaudan kiskojen kiinnityslevyihin tuotteiden purkuvaiheessa varsien ollessa kääntyneenä lähes 90 asteen kulmassa. Varsien avautuessa sivusuunnassa ja vapauttaessa valmiit tuotteet tuotekuljettimelle, jättivät moottoreiden alaosat astinlautaun jäljet. Kuvassa 6 näkyvät jäljet huomattiin leikkuriin asetettujen mittojen ollessa asetettuna joihinkin leikkausmittoihin, joissa varsien moottorit ovat astinlaudan kiinnityslevyjen kohdalla.



Kuva 6. Varsien moottoreiden aiheuttamat jäljet astinlaudan kiskojen kiinnityslevyssä

Astinlautojen kehittäminen ja seuranta jatkuu kirjoittajan ja Wipak Oy:n toimesta tämän opinnäytetyön valmistumisen jälkeen. Kun leikkurin ulomman puolen astinlauta todetaan toimivaksi, rakennetaan sisemmälle puolelle tuleville astinlaudoille oma teline, joka kiinnitetään lattiaan.

6 Riskien arviointi

6.1 Riskien hallinta

Koneen tai laitteen riskien arviointi tapahtuu valmistajan toimesta jo suunnittelun alkuvaiheessa. Arvioinnin ja seuraamisen tulisi tarkentua suunnitelman edetessä, sillä riskien toteaminen vasta loppuvaiheessa saattaa aiheuttaa suuria kustannuksia ja suunnitelman muutoksia, ja suunnittelun alkuvaiheessa kaikkia riskitekijöitä ei ole mahdollista todeta. Riskien arviointi ja minimointi on kuvattu koneturvallisuuden perusstandardissa SFS-EN ISO 12100 näin:

- Käyttöympäristön, käytön ja mahdollisen väärinkäytön määrittelemine.
- Vaaratekijöiden, kuten putoamisvaaran, terävien kulmien tai epäterveellisten asentojen, läpi käynti.
- Esiintyvien vaaratekijöiden poistaminen tai niistä aiheutuvien riskien pienentäminen suunnitelmaa muuttamalla.
- Teknisten turvallisuustoimenpiteiden, kuten suojuksien, käyttäminen, jos riski on edelleen liian suuri.
- Käyttöä koskevien ohjeiden laatiminen, jos esiintyy merkittävää jäännösriskiä. (SFS-EN ISO 12100, Launis & Lehtelä 2011, 349 mukaan.)

Riskien arviointi ja hallinta kuuluvat olennaisena osana koneen suunnitteluprosessiin. Tunnistamatta jääneiden vaaratekijöiden tunnistaminen ja poistaminen tai vähentäminen on tärkeä vaihe, sillä tunnistamatta jääneiden vaarojen kitkeminen valmiista laitteesta ei ole mahdollista. (Siirilä & Kerttula 2007, 32–33.)

6.2 Varsitasolle nousemisen riskien arviointi

Leikkuu- ja rullauskoneen varsitasolle nouseminen ja sieltä alas laskeutuminen oli alun perin riskialtista. Kohteessa käytettiin aikaisemmin siirrettävää, portailla varustettua työtasoa, mutta sen käyttäminen oli hankalaa johtuen tason säilytyspaikasta sekä siitä, että lyhyemmällä koneenhoitajilla oli ongelmia yltää vaihtamaan leikkuuteriä. Työtaso ei myöskään helpottanut varsitasolle nousemista tai laskeutumista, sillä vaadittavat toimenpiteet suoritettiin työtason eikä varsitason päältä. Leikkurilla on myös valjaat ja varsitason yläpuolella niille kiinnikkeet, mutta ne eivät poista varsitasolle nousemis- tai laskeutumisongelmaa. (Mylly 2022.) Taulukossa 1 näkyvässä riskien arviointitaulukossa esiintyvät erot ilman astinlautaa ja astinlaudan kanssa.

VAARAN KUVAUS	RISKI	EI ASTINLAUTAA	ASTINLAUTA
Varsitasolle nouseminen/sieltä laskeutuminen	Vakavuus	2 (Haitallinen)	1 (Vähäinen)
	Mahdollisuus	2 (Mahdollinen)	1 (Epätodennäköinen)
	Kokonaisriski	3 (Kohtalainen riski)	2 (Vähäinen riski)

Taulukko 1. Riskien arviointitaulukko (mukailtu Myllys 2022)

Astinlauta lyhentää nousemis- ja laskeutumiskorkeutta noin 25 cm, ja helpottaa varsitasolle nousemista ja sieltä laskeutumista huomattavasti, sillä ylimääräinen jalalla kurkottaminen ei ole enää tarpeellista. Jäljelle jää pieni jäännösriski, sillä varsitasolla ei ole kaiteita, eikä henkilö saa käsin otetta kiipeämiseen tai laskeutumiseen muualta, kuin leikkurin kelausvarista.

7 Yhteenveto

Opinnäytetyön aihe valittiin tammikuussa 2021, kun leikkuri 25:n varsitasolle nousemiseen ja laskeutumiseen ei ollut vielä löytetty toimivaa ratkaisua. Aihe oli työn tekijälle ideaali, sillä työkokemusta kyseiseltä koneelta löytyi paljon, jolloin koneeseen suunniteltavien mahdollisten ratkaisujen tuottamien ongelmien löytäminen oli helpompaa.

Työn tekijä pääsi opinnäytetyön ansiosta suunnittelemaan ja toteuttamaan turvallistamisprojektia yhteistyössä yhtiön ja insinöörien kanssa, sekä tutustumaan konetekniikassa käytettäviin turvallisuusmenetelmiin ja standardeihin tarkemmin. Projektin päämääränä oli turvallistaa varsitasolle nousemista ja sieltä laskeutumista, ja testikäytössä olevat astinlaudat ovat tuottaneet hyvin positiivisia tuloksia, tuomalla turvallisuuden lisäksi myös ergonomisia hyötyjä. Astinlaudan tuoman lisäkorkeuden myötä varsitasolle nouseminen ja sieltä laskeutuminen sekä kiinnirullauksessa käytettävien vastatelojen asentaminen varsien taakse helpottui huomattavasti.

Työn kokeellinen toteutus tuotti haasteita, sillä leikkurin ulomman puolen varsitason alaosan vähäisen tilan takia monia mahdollisia ratkaisuja jouduttiin jättämään pois, ja mahdollisimman yksinkertaisen ja toimivan ratkaisun keksiminen vei yllättävän paljon aikaa. Haasteita tuotti myös astinlautojen tehtävien muutostöiden tekeminen, sillä tehtaan oma mekaaninen huolto-osasto ei ollut mukana projektissa, ja muutostyöt suoritettiin Caverion Oy:n puolesta. Caverionin aikataulujen takia muutostöiden suorittaminen on vienyt hyvin kauan, ja parannusvaatimusten määrän takia astinlautojen testikappaleet ovat vieläkin käytössä. Suurin haaste on ollut astinlaudan kiskojen asentaminen oikein, jotta sen esiin vetäminen olisi helppoa. Tällä hetkellä astinlaudat jäävät helposti jumiin niiden ollessa varsitason alla suojassa. Astinlautojen kehittäminen ja seuranta jatkuu vielä tämän opinnäytetyön päätyttyä työn tekijän ja Wipak Oy:n toimesta.

Lähteet

Euromac Costruzioni Meccaniche. 2016. Leikkuu- ja rullauskone TB 8.10 CM -käyttö ja huoltokäsikirja. Ohjekirja. Wipak Oy.

Kärkkäinen, A. 2021. Tiimiesimies. Wipak Oy. Keskustelu 5/2021.

Launis, M & Lehtelä, J. 2011. Ergonomian kytkeminen laitteiden suunnitteluun. Teoksessa Launis, M & Lehtelä, J. (toim.) Ergonomia. Helsinki: Työterveyslaitos, 339–353.

Myllys, T. 2021. Leikkuri 25 turvallistaminen. Tulostettu suunnitelma.

Myllys, T. 2022. Tuotantopäällikkö. Wipak Oy. Leikkuri 25 riskienarviointi. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Hakomäki, T. Lähetetty 22.3.2022.

SFS a. Mikä on standardi? Viitattu 17.1. 2022. Saatavissa <https://sfs.fi/standardeista/mika-on-standardi/>

SFS b. Tutustu standardeihin. Viitattu 17.1.2022. Saatavissa <https://sfs.fi/standardeista/tutustu-standardeihin/>

SFS c. EU ja standardisointi. Viitattu 27.5.2022. Saatavissa <https://sfs.fi/standardeista/mika-on-standardi/eu-ja-standardisointi/>

Siirilä, T. & Kerttula, T. 2007. Koneturvallisuuden perusteet. 2. uudistettu painos. Espoo: Opiks.

Suomen Ergonomiayhdistys 2019. Mitä ergonomia on? Suomen Ergonomiayhdistys. Viitattu 28.4.2022. Saatavissa <https://www.ergonomiayhdistys.fi/ergonomia/mita-ergonomia-on/>

Teräväinen, A. 2021. Tiimipäällikkö. Caverion Oy. VS: Leikkuri 25 astinlauta. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Hakomäki, T. Lähetetty 28.5.2021.

Teräväinen, A. 2022. Tiimipäällikkö. Caverion Oy. VS: Leikkurin askelma. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Hakomäki, T. Lähetetty 8.2.2022.

Thule Group 2022. Thule Slide-Out Step G2. Viitattu 28.4.2022. Saatavissa <https://www.thule.com/fi-fi/motorhome-accessories/steps/thule-slide-out-step-g2-12v---400--301838>

Työterveyslaitos. Kokonaisvaltainen ergonomia. Viitattu 26.4.2022. Saatavissa <https://www.ttl.fi/teemat/tyohyvinvointi-ja-tyokyky/kokonaisvaltainen-ergonomia>

Työturvallisuuskeskus. Turvallinen työskentely. Viitattu 20.4.2022. Saatavissa <https://ttk.fi/tyoturvaluus ja tyosuojelu/tyoturvaluuden perusteet/tyoymparisto/turvallinen tyoskentely#4f097cd3>

Työturvallisuuspakki. Korkealla työskentely – Putoamisvaara. Viitattu 20.4.2022. Saatavissa <https://xn--tyturvaluuspakki-r6b.fi/korkealla-tyoskentely-putoamisvaara/>

Wihuri 2021. Tietoa meistä. Viitattu 16.12.2021. Saatavissa <https://www.wihuri.fi/tietoa-meista/>

Wipak 2021a. Tietoa meistä. Viitattu 16.12.2021. Saatavissa <https://www.wipak.com/fi/kestavakehitys/tietoa-meista>

Wipak 2021b. Ympäristöystävällinen Wipak. Viitattu 16.12.2021. Saatavissa <https://www.wipak.com/fi/kestavakehitys/ymparistoystavallinen-wipak>

