

Arttu Kinnunen

PORAVASAROIDEN KULJETUS- JA SÄILYTUSTELINEEN SUUNNITTELU

PORAVASAROIDEN KULJETUS- JA SÄILYTUSTELINEEN SUUNNITTELU

Arttu Kinnunen
Opinnäytetyö
Kevät 2024
Konetekniikka
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Konetekniikka, auto- ja työkonetekniikka

Tekijä: Arttu Kinnunen

Opinnäytetyön nimi: Poravasareiden kuljetus- ja säilytysteline

Työn ohjaaja: Hannu Heikkilä

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2024

Sivumäärä: 26 + 3 liitettä

Opinnäytetyössä suunniteltiin poravasareiden säilytys- ja kuljetusteline. Tavoitteena oli saada toimiva tuote, joka tekisi pyöreiden ja raskaiden vasareiden käsittelystä aiempaa turvallisempaa ja helpompaa. Samalla myös pienennettiin vasaran vahingoittumisen riskiä väärinkäsittelyä.

Tilaaaja Destia Oy on Suomen suurin infra-alan yritys. Se työllisti noin 1 700 henkilöä vuonna 2022. CE-merkintä on merkintä, jolla tuotteen valmistaja tai valtuutettu edustaja vakuuttaa, että tuote täyttää sitä koskevat EU-direktiivit ja -asetukset. FEM-analyysiä käytetään laajasti teollisuudessa ja sen avulla voidaan laskea kappaleeseen kohdistuvat rasitukset nopeasti ja tarkasti. Vaarojen ja riskien arvioinnin tarkoituksena on välttää tapaturmat ennen kuin ne tapahtuvat.

Vaatimuksena oli teline 18–24”:n poravaroille, vasarapäällä tai ilman. Vasarapenkin materiaaliksi valikoitui yleisesti käytössä oleva S355-rakenneteräksen eri variaatiot. Materiaalin valitsemisen jälkeen alettiin suunnittelemaan ensimmäistä prototyyppiä FEM-analyysiä lujuuden selvittämisessä hyödyntäen. Prototyyppi valmistettiin ja testien jälkeen todettiin hyväksi. Prototyypin pohjalta saatujen havaintojen pohjalta valmistettiin uusi 33 % vähemmän materiaalia käyttävä versio sekä tilaajaan toiveesta myös pienemmille varoille kahden vasaran telineet.

Leikkeet kilpailutettiin metallialan yrityksillä hinnan ja toimitusajan perusteella. Kilpailutuksesta valittiin sopivin vaihtoehto ja kuuden vasarapenkin materiaalit tilattiin. Vasarapenkit ovat juuri valmistuneet tuotannosta, mutta niille ei ole suoritettu rasituskokeita standardin mukaisesti. Vasarapenkeille tehtiin standardin mukainen testaus suunnitelma sekä käyttöohje. Tuotteen CE-merkintä jää Destia Oy:n loppuun vietäväksi. Työ suoritettiin yhteistyössä Destian kalusto- sekä pohjarakentamisyksikön kanssa.

Asiasanat: pohjarakentaminen, CE-merkintä, nostoapuväline, riskien arviointi

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Mechanical engineering, Option of Automotive Engineering

Author(s): Arttu Kinnunen
Title of thesis: Designing Transportation and Storing Solution for Impact Hammers
Supervisor(s): Hannu Heikkilä
Term and year when the thesis was submitted: spring 2024
Number of pages: e.g. 26 + 3 appendices

The task of this thesis was to design a rack for transporting and storing rotary hammers of different sizes. The goal of the project was to design a working accessory, which would make handling heavy hammers much safer and easier than before.

The thesis is commissioned by Destia Oy, which is Finland's largest infrastructure company with over 1 700 employees in 2022. In theory, the thesis covers CE marking, Fem analysis and risk analysis in the design process.

The requirement was a stand that would fit 18–24” rotary hammers, with or without pilot heads. The main material was chosen to be S355 structural steel. After selecting the material, a prototype was designed and manufactured. Fem analysis was used to calculate the strength of structure. Based on the tests and observations with the prototype, a new 33% less material using version was developed. Also, a rack for two smaller hammers was designed.

Materials were tendered between companies from the metal industry. The best tender was chosen based on price and delivery date. Materials for six racks were ordered. The racks have been manufactured but not yet tested according to the standards. CE marking and testing will be finished by Destia Oy.

Keywords: lifting accessory, CE marking, Fem analysis

SISÄLLYS

SANASTO.....	6
1 JOHDANTO	7
2 SUUNNITTELUN LAATUVAATIMUKSET	8
2.1 Destia Oy.....	8
2.2 CE-merkintä	9
2.3 FEM-analyysi.....	10
2.4 Vaarojen ja riskien arviointi.....	11
3 PORAVASARAOIDEN KULJETUS- JA SÄILYTYSTELINEEN SUUNNITTELU.....	13
3.1 Vaatimukset.....	13
3.2 Materiaalit.....	14
3.3 Mallintaminen ja prototyypin valmistus	16
3.4 Telineiden CE-merkintä	19
3.5 Riskien arviointi käytännössä	21
4 TULOKSET	22
5 POHDINTA	23
LÄHTEET.....	25
LIITTEET	27

SANASTO

MPa	megapascal, painetta kuvaava yksikkö
pukki	poravasaroiden kuljetus- ja säilytysteline
vasarapenkki	poravasaroiden kuljetus- ja säilytysteline
vasarapukki	poravasaroiden kuljetus- ja säilytysteline

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä suunnitellaan paaluporavasaroille kuljetus ja säilytysteline. Työn toimeksiantaja on Suomen suurin infra-alan yhtiö Destia Oy. Vasarapenkki valmistettiin pohjarakentajien avuksi jokapäiväiseen työskentelyyn. Opinnäytetyön aihe löytyi kesätöiden yhteydessä tehdystä kyselystä ja pohjarakentajien aidosta tarpeesta.

Työn tarkoituksena on suunnitella paras mahdollinen kuljetus- ja varastointiteline käyttö huomioon ottaen. Suunnittelun apuna käytetään Autodeskin Inventor -ohjelmaa, jota käyttäen voidaan määrittää tarvittava materiaallinen vahvuus sekä optimoida rakenteen kestävyys ja keveys.

Opinnäytetyö sisältää teoria- ja toiminnallisen osuuden. Teoriassa kerrotaan suunnittelun, riskien arvioinnin, CE-merkinnän perusteita sekä vaarojen ja riskien arviointia. Toiminnallisessa osiossa suunnitellaan prototyyppiä, kilpailutetaan leikkeitä sekä testataan penkin kestävyyttä. Lopuksi käydään läpi työn tulokset, mahdolliset vielä kehitettävät asiat sekä vasarapenkin tulevaisuus.

2 SUUNNITTELUN LAATUVAATIMUKSET

Opinnäytetyön teoriaosiossa kerrotaan tarkemmin työn tilaajasta ja taustoista. Lisäksi tarkennetaan teoriaa CE-merkinnän takana. Käydään myös läpi vaarojen ja riskien arvioinnin perusteita, jotta työntekeminen voisi olla turvallisempaa.

2.1 Destia Oy

Työn tilaajana Destia Oy, joka on suomen suurin infra-alan yritys työllistäen noin 1 700 henkilöä. Destia jakautuu useisiin liiketoimintaryhmiin, joita ovat esimerkiksi. kaupunkirakentaminen, energiainfra, suunnittelupalvelut, älykkään liikenteen ratkaisut, väyläpalvelut, ratapalvelut, kunnossapito, maa- ja kalliopalvelut, sekä kiviaines ja kiertotalous. (1.) Tämä opinnäytetyö on tehty yhteistyössä kalusto- sekä pohjarakentamisyksikön kanssa.

Toimeksiantaja on sitoutunut olemaan hiilineutraali yhtiö vuoteen 2030 mennessä (kuva 1). Destian arvot ovat rehdisti, yhdessä, uudistuen ja menestyen. (2.) Näitä arvoja käytetään hyväksi ja noudatetaan tässäkin työssä.

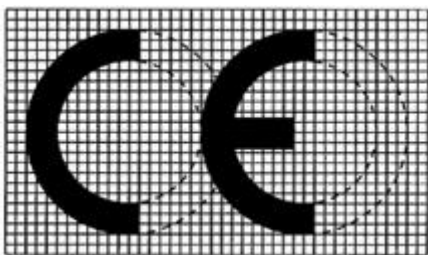


KUVA 1. Destia Oy:n logo (1).

2.2 CE-merkintä

CE-merkintä on merkintä, jolla tuotteen valmistaja tai valtuutettu edustaja vakuuttaa, että tuote täyttää tuotetta koskevien EU:n direktiivien ja asetusten olennaiset vaatimukset. Merkinnällä varustetut tuotteet saavat liikkua vapaasti EU:n alueella. Merkinnän kiinnittää joko laitteen valmistaja tai valtuutettu edustaja. Sitä ei kuitenkaan myönnä mikään viranomainen tai muu kolmas taho, vaan on valmistajan vakuus siitä, että laite noudattaa kaikki vaadittuja vaatimuksia muun muassa turvallisuuden puolesta. (3.)

Merkinnän saa kiinnittää niihin tuotteisiin, joita koskeva lainsäädäntö edellyttää CE-merkintää (kuva 2). Jos merkintää käytetään väärin, tuotteita valvovat viranomaiset voivat puuttua asiaan. Jos tuotteesta puuttuu lain edellyttämä merkintä, voidaan se määrätä markkinoilta poistettavaksi. (3.)



KUVA 2. CE-merkki (4).

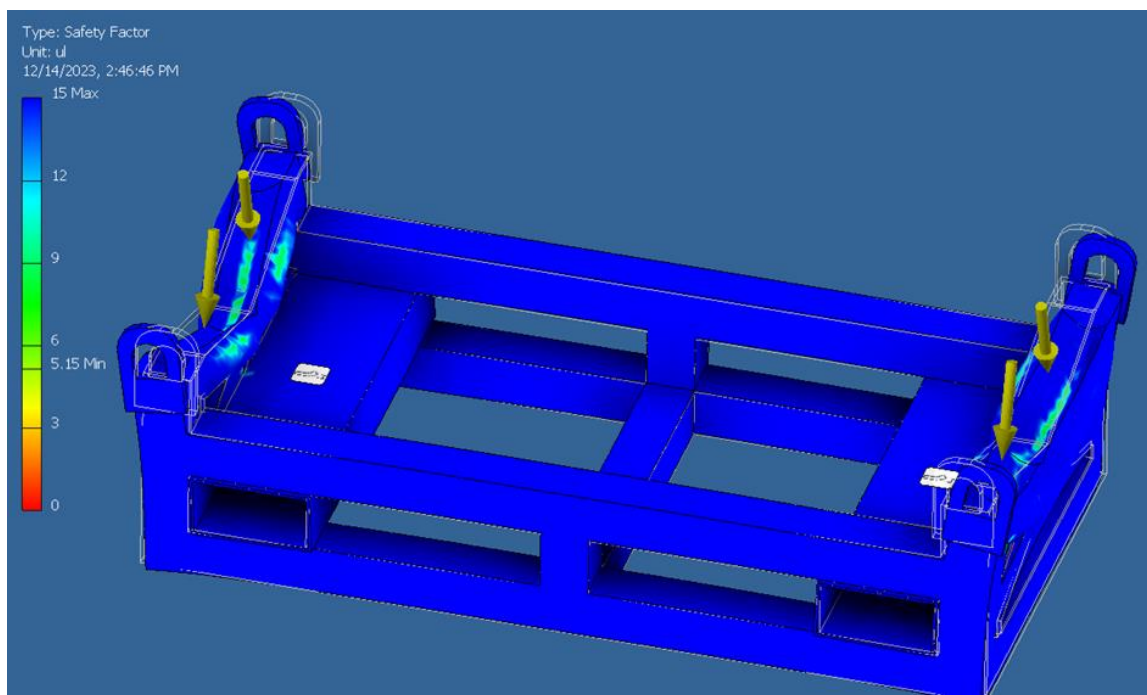
Koska merkintä onkin vain valmistajan vakuutus eikä 100-prosenttinen tae turvallisuudesta, kannattaa tuotteisiin suhtautua varauksella omaa harkintaa käyttäen. Myös merkityssä tuotteessa voi olla puutteita, jos se on tullut kyseenalaiselta valmistajalta. Merkkiä ei myöskään missään tapauksessa pidä sekoittaa hämäävästi saman näköiseen China Export -logoon.

Tässä työssä CE-merkintää sivutaan nostoapuvälineen muodossa, koska poravasaran telinettä tullaan nostamaan sen oikeassa työympäristössä. Tämän takia onkin oltava varmoja, että se kestää vaaditun kuorman, joka on 1,5-kertainen staattinen kuormitus ilman pysyviä muodonmuutoksia (5).

2.3 FEM-analyysi

FEM eli Fine Element Method on numeerinen menetelmä, jolla lasketaan tietokoneen avustuksella kappaleeseen kohdistuvat rasitukset. Suomessa menetelmä tunnetaan myös nimellä elementtimenetelmä. Elementtimenetelmän suuri suosio perustuu sen monipuolisuuteen. Monimutkaisen ja eri materiaaleista valmistetun kappaleen laskenta voidaan suorittaa nopeasti tietokoneohjelmalla. Kappale voi olla muodoiltaan, materiaaleiltaan ja rasituksiltaan lähes minkäläinen tahansa. (6, s.6.)

FEM-menetelmän tärkeimmät ominaisuudet ovat nopea ja helppo rasituskestävyyden testaus ennen kappaleen fyysistä valmistusta. Menetelmällä saadaan tarvittavat muutokset tehtyä jo piirustuspöydällä. Laskennan tulokseksi saadaan tarkat kappaleeseen kohdistuvat rasitukset, muodonmuutokset sekä varmuuskertoimet (kuva 3).



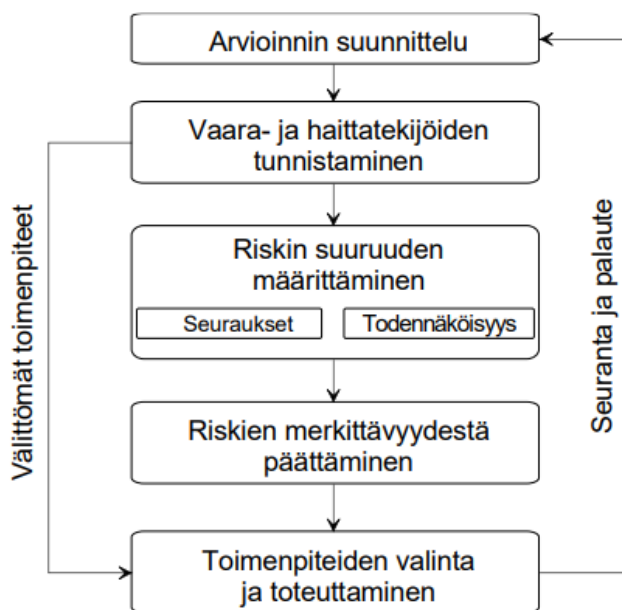
KUVA 3. FEM- analyysi

Kappaleen optimointi menetelmän avulla säästää materiaalien kustannuksissa sekä lisää suunnittelun turvallisuutta. Kevyemmät ja pienemmät kappaleet ovat myös edullisempia kuljettaa, joten säästöjä kertyy koko vasaratelineen elinkaaren ajan. Menetelmän suorittamiseksi tarvitaan testattavan kappaleen tarkat materiaalitiedot sekä siihen kohdistuvat rasitukset ja tukipisteet.

2.4 Vaarojen ja riskien arviointi

Riskien arvioinnilla tarkoitetaan työssä mahdollisten vaarojen tunnistamista, havaittujen vaarojen riskien suuruudet määritellään sekä niiden merkitys arvioidaan. Riskien arviointi on tärkeää ja parasta ennakoivaa työsuojelua. Kun riskejä käydään läpi, arvioidaan jo tiedossa olevat onnettomuudet ja tapaturmat sekä selvitetään etukäteen mahdolliset vaarat työtä tehtäessä tai laitetta käytettäessä. Perinpohjainen tarkoitus onkin työturvallisuuden maksimointi ja työtapaturmien karsiminen ennen kuin ne ehtivät tapahtua. (7.)

Riskien arviointi on vaiheittain etenemä prosessi. Arviointi etenee hyväksi havaittujen toimenpiteiden mukaisessa järjestyksessä (kuva 4). Jotta riskit voitaisiin arvioida toimenpiteiden mukaisesti, täytyy ne ensin osata tunnistaa työssä mahdollisiksi. Jos kaikkia työssä esiintyviä vaaroja ei voida poistaa, täytyy riskien arviointia suorittaessa miettiä jäävätkö ne hyväksyttävälle tasolle työntekijän turvallisuudet takaamiseksi. (7.)



KUVA 4. Riskien arvioinnin eri vaiheet (7).

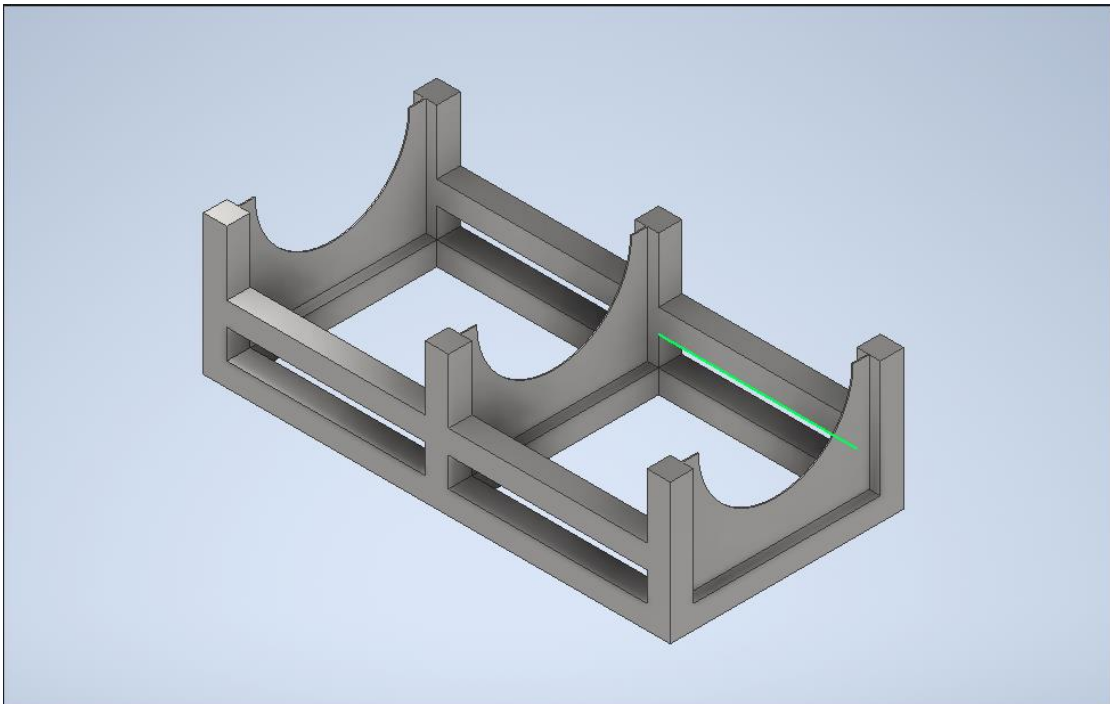
Jotta muutos näkyisi käytännössä, täytyy arvioinnissa määrittää kaikkein tärkeimmät kehittämistarpeet. Jos riski havaitaan liian suureksi työn jatkamiseksi, työt keskeytetään ja tarvittavat muutokset toteutetaan ennen jatkamista. Korjausehdotusten täytyy olla selviä toimenpiteitä, jotka ovat toteutuskelpoisia. Jotta työpaikan turvallisuus olisi taattu myös tulevaisuudessa, täytyy tilannetta seurata jatkuvasti ja ottaa turvallisuuteen liittyvä palaute vakavasti. (7.)

Hyvän riskienarvioinnin onnistumiseksi täytyy sen olla seuraavien pääkohtien mukainen:

- todenmukainen
- järjestelmällinen
- erotteleva
- ennakoiva
- dokumentoitu
- kehittyvä (7.)

3 PORAVASAROIDEN KULJETUS- JA SÄILYTUSTELINEEN SUUNNITTELU

Työ aloitettiin perinteisesti ideoita heittämällä toteutustavoista sekä malleja luonnostelemalla, joista olikin iso apu suunnittelun käyntiin saamiseksi. Ensimmäisen palaverin jälkeen, idea ensimmäisestä prototyypistä olikin jo ilmoilla (kuva 5). Aikaansaadun suunnitelman perusteella etsittiin sopivia materiaaleja ja materiaalivahvuuksia kustannustehokkaan telineen valmistamiseksi.



KUVA 5. Ensimmäinen luonnos vasarapukista.

3.1 Vaatimukset

Etukäteen oli tiedossa, että teline tulee suunnitella kaikista suurimmille käytössä oleville poravasaroille (kuva 6), jotka tässä tapauksessa painoiva täydessä varustuksessa noin 4 500 kg. Vasaran halkaisijat ovat välillä 18–24” ja suurin käytössä olevaporapää on halkaisijaltaan 960 mm. Kun näille saadaan toimiva ratkaisu, voidaan sitä soveltaa myös pienempien poravasaroiden telineen suunnittelussa. Nostopisteet tulee suunnitella sen mukaisesti, että 10 tonnin nostokoukun käyttö

on mahdollista. Vaatimuksena oli myös telineiden mahdollinen pinoaminen, joka kuitenkin pian karsittiin pois tarpeettomana.



KUVA 6. Robotin poravasara poravaunussa (8).

3.2 Materiaalit

Tuotteen kestävyys ja toimivuus takaamiseksi, on oikeiden materiaalien valinta suuressa roolissa. Materiaalien valinta vaikuttaa myös suuresti tuotteen kokonaiskustannuksiin, joka tulee pitää mielessä. Teräslaaduksi valittiin S355-rakenneteräs, joka on helposti saatavilla oleva ja yleisesti käytössä oleva materiaali. Valittu materiaali kestää hyvin rasitusta. Tässä tapauksessa sopivaksi valikoituivat S355-rakenneteräksestä valmistettu 80x80x5 mm neliöputki (kuva 7) sekä 15 mm vahvasta S355-levystä leikattu nostokorva. Trukkipiikitaskuissa voidaan käyttää 100x200 mm S355-suorakaideputkea tai UNP 200/ 75 mm S355-U-palkkia.



www.sah-ko.fi

KUVA 7. 80x80x5 S355 putkipalkki (9).

Rungon materiaalina käytettävän neliöputkipalkin ominaisuudet ovat myötölujuus 355 MPa ja murtolujuus 430–550 MPa. Trukkipiikitaskuissa käytettävä materiaali omaa samat ominaisuudet rungossa käytettävä neliöpalkin kanssa. Nostokorvakkeiden materiaalina toimiva levy, omaa puolestaan myötölujuuden 355 MPa, sekä murtolujuuden 470–630 MPa (kuva 8). (10.)

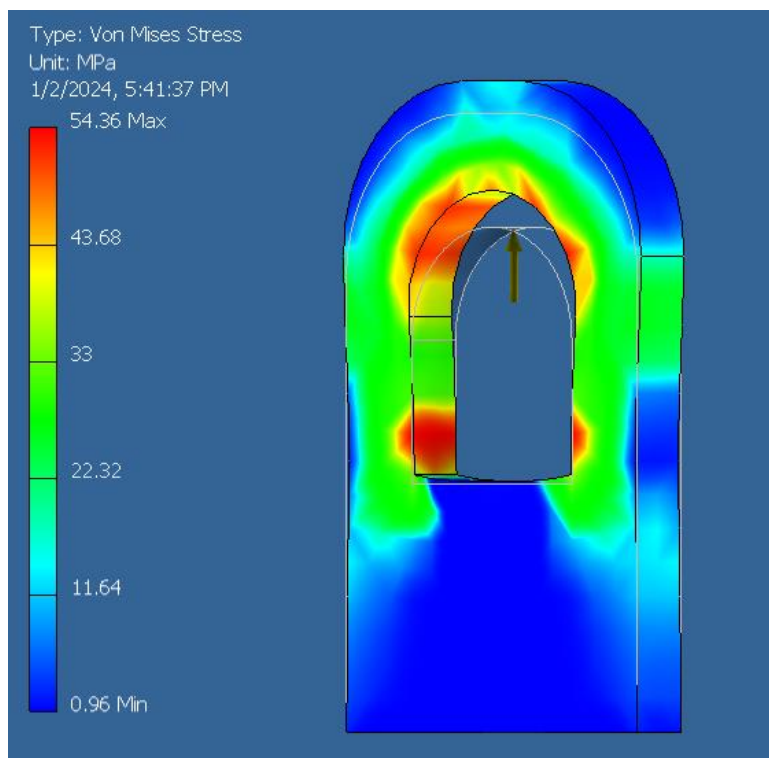


KUVA 8. Nostokorvake 15 mm levystä.

3.3 Mallintaminen ja prototyypin valmistus

Poravasareiden kuljetus- ja säilytystelineen mallintaminen on toteutettu Autodesk Inventor Professional 2021 -sovelluksella. Hyödyntäen sovelluksen elementtimenetelmää, pystytään määrittämään kappaleen lujuus, ilman fyysistä valmistusta. Todenmukaisen tuloksen aikaansaamiseksi sovellukseen tulee syöttää kappaleen tarkat fyysiset ominaisuudet, siihen kohdistuvat voima ja tukipisteet sekä myötö- ja murtolujuudet.

Autodesk Inventor -sovellus mallintaa kappaleeseen kohdistuvat kuormitukset eri väreillä. Vasemmassa reunassa oleva asteikko kuvaa kappaleeseen kohdistuvaa rasitusta megapascalina (kuva 9). Kuvassa nähdään pienin rasitus sinisenä ja suurin punaisena. Nostokorvakkeen suurin rasitus 3000 kilogramman kuormalla on 54 MPa. Materiaalina käytetty S355-teräslevy kestää 470-630MPa ennen muodonmuutosta, joten varmuutta on runsaasti. Tuloksena voi saada muun muassa kappaleeseen kohdistuvat rasitushuiput, muodonmuutoksen millimetreinä tai varmuuskertoimen.



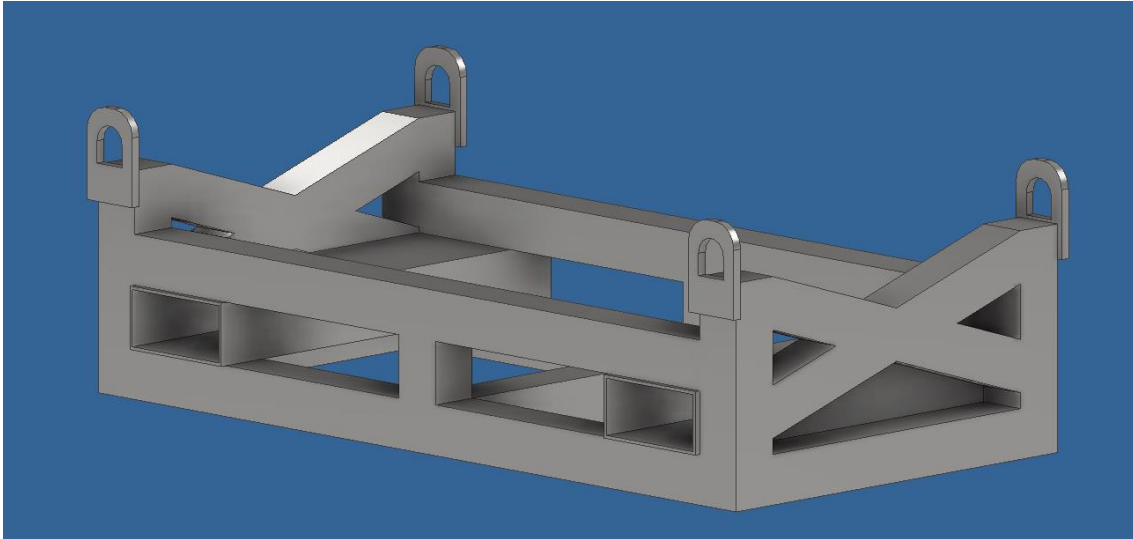
KUVA 9. Nostokorvake elementtimenetelmässä.

Sovelluksen elementtimenetelmää käyttäen suunnitelman riittävää lujuutta pystyttiin tarkastelemaan. Tämän ansiosta vasarapenkkiä ei tarvinnut valmistaa jokaisen muutoksen välissä. Kun vasarapukin luonnokseen oltiin tyytyväisiä, tilattiin leikkeet lähimmältä konepajalla prototyypin valmistamiseksi (kuva 10).



KUVA 10. Vasarapukin prototyyppi.

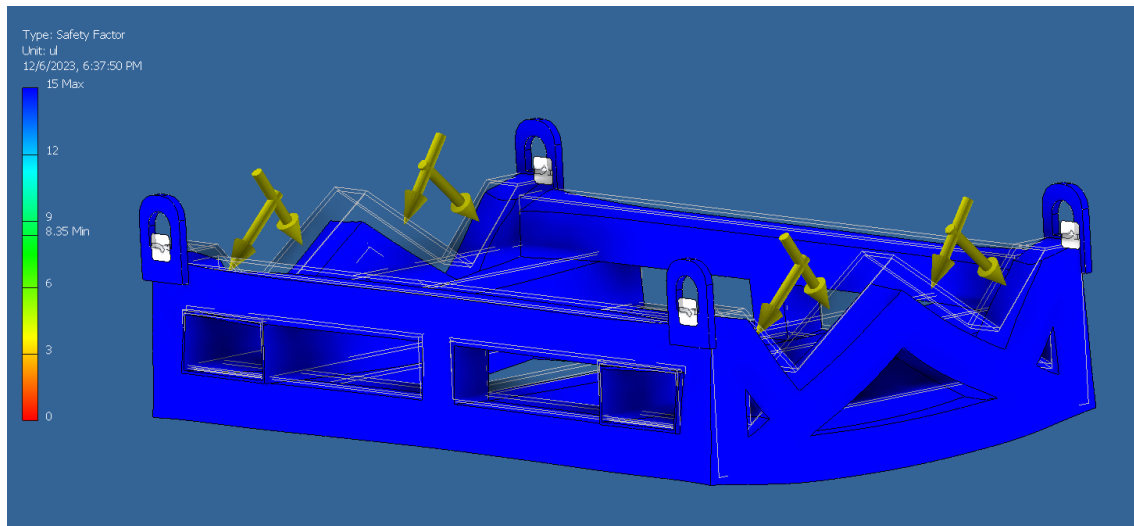
Prototyypin lujuuskokeet suoritettiin nostamalla korvakkeista sekä trukkipiikitaskuista. Testien tulokset vaikuttivat lupaavilta, joten voitiin siirtyä suunnittelemaan parannettua versiota (kuva 11). Parannetun version tavoitteena oli keventää vasarapenkin rakennetta sekä käyttää mahdollisimman vähän materiaalia. Mitä vähemmän materiaalia käytetään, sen pienemmäksi valmistuskustannukset saadaan. Pienemmän telineen varastointi ja kuljetus on myös helpompaa.



KUVA 11. Poravasaran paranneltu kuljetusteline.

Vasarapukkia kavennettiin 100 mm, lyhennettiin 400 mm, kaksi nostokorvakkoa poistettiin sekä ristikoiden määrä väheni kolmesta kahteen. Näillä saatiin vasarapenkistä 45 kg kevyempi sekä 80x80x5 neliöputkea säästyi noin 5,4 m. Prototyypissä neliöputkea oli 33 % enemmän kuin parannelussa versiossa. Koska materiaalin käyttöä vähennettiin, joka kolmas teline valmistuu pelkästään pois jääneestä materiaalista.

Vasaratelineen uudistettu versio suunniteltiin onnistuneesti. Tämän seurauksena työn tilaaja halusi suunnitelmat myös telineelle, joka olisi tarkoitettu pienemmille vasaroille (kuva 12). Nämä vasarat ovat kooltaan 10–14”. Hetken suunnittelun jälkeen tuli selväksi, ettei 14” vasaroita ole kuin muutama kappale, joten olisi turhaa suunnitella yhdenkokoinen teline kaikille pienille vasaroille. Niinpä päädyttiin tekemään yhteinen pukki 10–12” vasaroille ja toinen hieman isompi pelkästään 14” poravasarakkeelle. Tällä muutoksella saatiin telineistä mahdollisimman sopivat käyttöä ajatellen.



KUVA 12. Kahden vasaran teline rasiustestissä.

Valmistusta varten parannelluista telineistä piirrettiin uudet työkuvat. Poravasaran kuljetus- ja säilytystelineen valmistamiseen tarvittavat nostokorvakkeet sekä palkit kilpailutettiin. Kilpailutus tehtiin neljän eri metallialan yrityksen välillä. Kilpailutuksen päätyttyä, valittiin sopivin kokonaisuus hinnan sekä toimitusajan perusteella. Parhaan tarjouksen antajalta tilattiin osat kuuteen vasarapukkiin.

3.4 Telineiden CE-merkintä

Koska telineet luokitellaan nostoapuvälineiksi, tulevat ne vaatimaan koneturvallisuusasetuksen mukaan CE-merkinnän. (11, 2:5.6 §.) Telineisiin tulee myös olla saatavilla ohjeet, joista käyttäjä pystytään perehdyttämään vasarapukin käyttöön. Käyttöohjeet valmistettiin yrityksen ohjeiden mukaisesti. Osa telineistä on valmistettu onnistuneesti, mutta asetuksen mukaisia kuormituskokeita ei ole vielä suoritettu (kuva 13).



KUVA 13. Suunnittelun tuloksena syntynyt poravasara teline.

Vasarapenkien testaamista varten on tehty testaussuunnitelma, jota käyttäen kokeet suoritetaan. Esimerkiksi yhden vasaratelineen suurin sallittu kuormitus on 5000 kg, joka koetetaan 1,5 kertaisella painolla. Jotta teline voidaan hyväksyä, sen tulee kestää määrätty rasitus muotoa muuttamatta. Taulukkoon täydennetään käytetty paino, sekä kirjataan nostopisteen kohdalle, läpäisikö teline kokeen (taulukko 1).

TAULUKKO 1. Testaussuunnitelmassa käytettävä taulukko.

Testattava teline:	Käytetty paino (kg)	Nostokorva	Trukkipiikkitasku
Yhden vasaran teline			
Kahden 14"			
Kahden 10-12"			

Testejä ei ole vielä suoritettu. Opinnäytetyön aiheena oli telineen suunnittelu, joten kaikkia CE-merkintään vaadittavia dokumentteja ei ole valmistettu. CE-merkinnän loppuun vienti jää Destia Oy:n vastuulle.

3.5 Riskien arviointi käytännössä

Opinnäytetyön riskin arviointi tehtiin Destia oy:n käytössä olevan valmiin koneen vaarojen tunnistaminen ja riskin arviointi- pohjan avulla. Kyseinen dokumentti on SFS-EN ISO 12100 Standardin mukainen. Lomakkeen seuraaminen auttoi käymään lävitse kaikki kohdat, unohtamatta mitään tärkeää (liite 1).

Vaarojen tunnistaminen alkoi tunnistamalla laitteen käyttötarkoituksen, joka tällä pukilla on pohjarakentaminen, varastointi sekä nostaminen. Käyttötarkoituksen jälkeen täytyi miettiä pukin kaikki mahdolliset käyttötavat alusta loppuun. Myös käyttäjän vaatima koulutustaso ja mahdollinen muiden henkilöiden vaarantaminen otetaan huomioon vaaroja arvioidessa. Kun kaikki dokumentissa mainitut vaarat saatiin selville, siirryttiin niistä seuraavien riskien arviointiin (taulukko 2).

TAULUKKO 2. Riskien suuruuden kartoittamisen aputaulukko

Todennäköisyys	Seurauksen vakavuus		
	Lievästi haitallinen	Haitallinen	Erittäin haitallinen
Epätodennäköinen	1 Merkityksetön riski	2 Vähäinen riski	3 Kohtalainen riski
Mahdollinen	2 Vähäinen riski	3 Kohtalainen riski	4 Merkittävä riski
Todennäköinen	3 Kohtalainen riski	4 Merkittävä riski	5 Sietämätön riski

Taulukon rivejä pysty- ja vaakarivejä lukemalla valittiin jokaiseen tilanteeseen kuvaavin vaara. Koska käytössä olevat tuotteet ovat painavia ja mahdollisen vahingon sattuessa seuraus vähintään haitallinen, jäi jokaisen riskin kohdalle kohtalainen riski. Tämä on kuitenkin hyväksyttävissä oleva asia ja tapaturmien sattumiset ehkäistään huolellisella työskentelyllä ja hyvällä perehdytyksellä. (liite 2.) Tärkeimmäksi riskin välttämiseksi muodostui huolellinen työskentely ja oikeiden apuvälineiden käyttäminen. Noudattamalla yrityksen 10 sekunnin sääntöä ”mieti 10 sekuntia ennen kuin alat tekemään”, vältetään varmasti suurin osa tapaturmista.

4 TULOKSET

Työn tavoitteena oli suunnitella poravasaroille säilytys- ja kuljetusteline Destia Oy:n pohjarakentamisyksikön käyttöön. Alkuperäinen tavoite oli suunnitella vain suurimmille käytöissä oleville telineille, jotka ovat kooltaan 18–24”.

Työssä suunniteltiin helposti toteuttava ja kustannustehokas rakenne telineelle. Materiaaliksi valittiin yleisesti käytössä oleva S355 rakenneteräs. Lopullisessa vasarapenkin versiossa on kolme eri S355 teräslaatua. Päämateriaalina 80x80x5 neliöputki, jota käytetään vasarapenkin rungossa. Lujuuslaskelmien mukaan myös 80x80x4 neliöputki olisi ollut riittävä runkoon. Vasarapenkin kova käyttö huomioiden päädyttiin vahvempaan materiaaliin. Lujuuslaskelmien ja hyväksytyn mallipiirroksen jälkeen prototyyppi valmistettiin, joka osoittautuikin hyväksi aihoksi pienellä muokkauksella. Prototyyppiä myös kuormitus testattiin rakenteen lujuuden varmistamiseksi.

Prototyypin pohjalta suunniteltiin uusi 33 % vähemmän materiaalia vaativa, mutta yhtä luja teline. Valmistamisen kustannukset laskivat huomattavasti. Uuden version mallintamisen jälkeen, suunniteltiin myös pienempien vasaroiden telineet. Materiaalit pysyivät samana, mutta rakennetta hieman muutettiin kahden vasaran mahduttamiseksi.

Kaikille suurille käytöissä oleville vasaroille saatiin telineet. Säilytettävät vasarat ovat kooltaan 10–24”, joita voidaan säilyttää myös porapää kiinnitettynä. Uuden version vasarapenkit ovat juuri valmistuneet tuotannosta onnistuneesti. Telineen käyttöä varten koottiin käyttöohje sekä testausuunnitelma rasiustestausta varten. Rasiustestausta ei ole vielä ehditty suorittaa. Destia Oy:n suoritettavaksi jää nostoapuvälineen CE-merkintä ja rasiustestaus. Testien jälkeen teline voidaan käyttöönottaa.

5 POHDINTA

Suunnittelun suurimpana haasteena oli vähäinen tieto poravasaroista sekä vaadittavien standardien selvittäminen. Poravasarat olivat toisella puolella Suomea, minkä vuoksi en päässyt heti tutustumaan niihin. Yrityksen työntekijöiden ammattitaitoa hyödyntäen sain erinomaista apua sekä hyvää materiaalia poravasaroista.

Suunnittelussa oli tärkeä ottaa huomioon muuttuvat käyttöolosuhteet. Työmaaympäristössä tapahtuva raskas käyttö oli odotettavaa, minkä takia kysyitiinkin suoraan työntekijöiltä nykyisiä toimintatapoja. Toimintatapojen pohjalta saatiin tärkeää lisätietoa rakenteen lujuuden määrittämiseen.

Prototyypin valmistamisen jälkeen, vierailin Destia Oy:n Akaan toimipisteellä. Paikan päällä näin poravasarat sekä prototyypin käytössä. Tämä vierailu lisäsi mielenkiintoa projektia kohtaan, sillä oli hienoa nähdä itse suunnittelemani kappale valmistettuna.

Haastattelin vasaratelineiden uusien versioiden valmistajalta, miten hän koki valmistusprosessin. Kysyen mahdollisista haasteista ja kehitysehdotuksista valmistamisen näkökulmasta. Valmistus sai positiivista palautetta selkeän kokoonpanokuvan sekä numeroinnin ansiosta (liite 3). Numerointi oli nopeuttanut kokoonpanoa huomattavasti. Ensimmäisen pukin hitsauksessa oli kulunut noin 10 tuntia. Muutaman vasarapenkin valmistuksen jälkeen hitsaukseen kulunut aika laski 6 tuntiin. Kehitysehdotuksena sain hitsien A-mittojen lisäämistä kokoonpanokuvaan. Palaute oli hyvää, mutta jatkoa ajatellen voitaisiin hitsien mitoitus lisätä.

Opinnäytetyössä luotettiin ammattilaisiin, joten hitsien mitoittamiseen ei perehdytty tarkemmin. Ainaoat laskelmat tehtiin nostokorvakkeen hitsaukseen, joka läpäisisikin riittävän lujuuden erittäin hyvin. Tästä voitiin tehdä se johtopäätös, että voitiin luottaa muiden saumojen vastaavaan hitsaukseen.

Mielestäni opinnäytetyössä päästin hyvin alussa asetettuun tavoitteeseen, koska alkuperäinen suunnitelma oli vain yhden vasaran vasarapenkin suunnittelu. Loppujen lopuksi projektin aikana vasarapenkistä suunniteltiin kolme eri versiota sekä kymmeniä eri luonnoksia parhaan rakenteen saavuttamiseksi.

Tarjouspyyntöihin materiaalin kokoaminen, sen lähettäminen ja vastaanottaminen oli kaikki hyvää uutta oppia tulevaisuutta ajatellen. Sain suunnitteluun vapaat kädet, mikä olikin erinomainen mahdollisuus kehittää omaa osaamistani. Työssä taustalla olleiden ammattilaisten kanssa oli ilo työskennellä ja haluan kiittää heitä siitä.

LÄHTEET

1. Destia Oy 2023. Palvelut. Hakupäivä 27.11.2023. <https://www.destia.fi/palvelut/>.
2. Destia Oy 2024. Tietoa meistä. Hakupäivä 19.2.2024. <https://www.destia.fi/tietoa-meista/>.
3. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) 2023. CE-merkintä. Hakupäivä 27.11.2023. <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/ce-merkinta>.
4. Energiavirasto 2023. CE- ja muut merkinnät. Hakupäivä 27.11.2023. <https://ekosuunnittelu.info/tuotteen-vaatimuksenmukaisuus/ce-ja-muut-merkinnat/>.
5. EUR-Lex 2023. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/42/EY. Hakupäivä 14.12.2023. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX:32006L0042>.
6. Syrjä, Risto 2019. Elementtimenetelmään perustuvan ohjelman käytön perusteet. Aalto-yliopisto, rakennustekniikan laitos, 6. Hakupäivä 15.1.2024. https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/1260662/course/section/158839/L_FEM_FI_20190905.pdf
7. Sosiaali- ja terveysministeriö, työsuojeluosasto 2015. Riskien arviointi työpaikalla-työkirja. Hakupäivä 16.1.2024. <https://ttk.fi/wp-content/uploads/2022/04/Riskien-arviointi-tyopaikalla-tyokirja.pdf>.
8. Europörssi 2021. Robit ostanut patentoidun tuotekeksinnön. Hakupäivä 30.11.2023. <https://europorssi.com/fi/robit-ostanut-patentoidun-tuotekeksinnon/>.
9. SAHKO 2024. Putkipalkki 80x80x5. Hakupäivä 23.1.2024. <https://www.metalimyynti.fi/teras/putkipalkki-rhs-nelio/putkipalkki-80-x-80-x-5mm-p-212.html>.
10. SSAB Domex 355MC 2024. Hakupäivä 17.1.2024 <https://www.ssab.com/fi-fi/brandit-ja-tuotteet/ssab-domex/tuotevalikoima/355mc>.

11. Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008. Hakupäivä 19.2.2024
[https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20080400.](https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20080400)

RISKIN SUURUUDEN JA MERKITYKSEN ARVIOINTI (SFS-EN ISO 12100, KOHTA 5.5)

Riskiä suuruutta arvioidaan vamman tai terveysvaikutuksen esiintymistodennäköisyyden ja ennakoitavissa olevan vamman tai terveyshaitan vakavuuden perusteella.

	Seurauksen vakavuus		
Todennäköisyys	Lievästi haitallinen	Haitallinen	Erittäin haitallinen
Epätodennäköinen	1 Merkityksetön riski	2 Vähäinen riski	3 Kohtalainen riski
Mahdollinen	2 Vähäinen riski	3 Kohtalainen riski	4 Merkittävä riski
Todennäköinen	3 Kohtalainen riski	4 Merkittävä riski	5 Sietämätön riski

N ^{ro}	Vaaratilanteen kuvaus	Riski	Tarvittavat toimenpiteet
1.	Putoavien ja sinkoutuvien osien vaara. Nostoapuvälinettä käytettäessä on aina vaara, että nostettava esine putoaa.	3	Käyttäjä perehdytettävä huolellisesti destian perehdyttämisen prosessin mukaisesti. Vasara sidottava huolellisesti merkittyihin paikkoihin. Tästä maininta myös käyttöohjekirjassa
2.	kaatumisen, putoamisen tai liikkeen aiheuttama vaara.	3	Käyttäjä perehdytettävä huolellisesti destian perehdyttämisen prosessin mukaisesti. Vasara sidottava huolellisesti merkittyihin paikkoihin. Käytettävä nostamiseen hyväksyttyjä ketjuja. Tästä maininta myös käyttöohjekirjassa
3.	väsytys-, vanhenemis-, korroosio-, tai kulumisilmiöt koneen osien murtumis- tai hajoamisvaaraa	3	Tarkistettava aina ennen käyttöä vaurioiden varalta. Tarkastus vuosittain, tarkistuspäivä merkittävä pukkiiin. Tarkastamaton pukkia ei saa käyttää.
4.	Nostoapuvälineellä nostetaan liian painavaa kappaletta.	3	Nostoapuvälineeseen merkitään suurin sallittu työkuorma, Tämä estää nostoapuvälineen ylikuormittamisen. Markkinoilla ei tällä hetkellä sellaista vasaraa, joka aiheuttaisi vaaraa väärinkäyttötapauksessaan.
5.	Pukkia nostetaan väärästä paikasta	3	Merkataan nostokorvat selkeästi, varmistetaan oikeaoppisesta nostosta. Trukilla nostettava trukkipiikitaskuista.
6.	Raajan puristuminen vasaraa pukkiiin laskiessa	3	Käyttäjä perehdytettävä huolellisesti destian perehdyttämisen prosessin mukaisesti. Vältettävä tarpeeton lähellä olo laskiessa.
7.	Pukkia siirrellään käsin.	3	Pukkia on painava käsin siirreltäväksi. Käytettävä aina tilanteeseen sopivia koneita vammojen välttämiseksi.
8.	Muuttuvat sääolosuhteet ulkoilmassa.	3	Oltava aina säähän sopiva varustus. Talvella, vesisateella ja tuulisella säällä noudatettava erityistä varovaisuutta.
9.			
10.			

Työpaikka/osasto: Destia kalusto	Kohde: Vasarapukki
Päiväys: 28.6.2023	Tekijä(t): Arttu Kinnunen

VAAROJEN MÄÄRITTÄMISEN APUTAULUKKO

Nro	Tyyppi ja ryhmä	Esimerkkejä vaaroista	
		Alkuperä	Mahdolliset seuraukset
1	Mekaaniset vaarat	___ terävät reunat ___ x_ putoavat esineet ___ korkea paine ___ x_ epävakavuus ___ x_ liike-energia ___ koneen liikkuminen ___ liikkuvat kone-elimet ___ pyörivät kone-elimet	___ viiltäminen ___ x_ loukkuun jääminen ___ x_ puristuminen ___ x_ isku ___ sokeutuminen ___ hankautuminen tai hiertyminen ___ leikkautuminen ___ liukastuminen, kompastuminen tai putoaminen
2	Sähköstä johtuvat vaarat	___ valokaari ___ jännitteiset osat ___ riittämätön etäisyys korkeajännitteisiin osiin ___ ylikuormitus ___ oikosulku	___ palovammat ___ tappava sähköisku ___ tulipalo ___ sähköisku ___ toimintahäiriö
3	Hydrauliikasta johtuvat vaarat	___ väärin kytkentä ___ järjestelmän rikkoontuminen ___ liian suuri käyttöpaine ___ liian pieni vastapaineen ylivuotolinja	___ toimintahäiriö ___ hydrauliikka vuoto ___ sokeutuminen ___ lävistävä öljysuihku ___ taakan putoaminen ___ ohjaustoimintojen vaihtuminen
4	Lämpötilasta johtuvat vaarat	___ räjähdys ___ liekit ___ korkean ja matalan lämpötilan omaavat kappaleet ja materiaalit	___ palovamma ___ epämukavuus ___ paleltumavamma
5	Melusta johtuvat vaarat	___ kavitaatioilmiö ___ poistojärjestelmä ___ liikkuvat osat ___ raapivat pinnat	___ epämukavuus ___ kuulon huononeminen ___ pysyvä kuulon menetys

		__ kuluneet osat	__ puhetekniikan häiriintyminen
6	Tärinästä johtuvat vaarat	__ kavitatioilmiö __ liikkuvien osien väärä kohdistus __ raapivat pinnat __ epätasapainossa olevat pyörivät osat __ värähtelevät laitteet __ kuluneet osat	__ epämukavuus __ alaselän vaivat __ verenkierron sairaudet
7	Materiaalista tai aineista johtuvat vaarat	__ palava aine __ palava neste __ pöly __ räjähdysaine __ kappaleiden sinkoutuminen	__ hengitysvaikeudet, tukehtuminen __ tulipalo __ räjähdys __ näkyvyyden esto __ sokeutuminen __ omaisuusvahingot
8	Ergonomiasta johtuvat vaarat	_x_ ponnistelu __ kohdevalaistus __ näkyvyys	__ epämukavuus __ näkyvyyden esto
9	Koneen käyttöympäristöön liittyvät vaarat	__ pöly __ sumu __ salamanisku _x_ kosteus __ likaantuminen _x_ lumi _x_ jää _x_ lämpötila _x_ vesi _x_ tuuli _x_ käyttöalustan muuttuminen	__ hengitysvaikeudet, tukehtuminen __ näkyvyyden esto _x_ liukastuminen __ toimintahäiriö __ nestehukka __ paleltuminen __ vakavuuden menettäminen

LIITE 3

