

Opinnäytetyö (AMK)

Auto- ja kuljetustekniikka

Logistiikka

2017

Miika Lukkari

HAULERMAN OY: N GEN 2 - AUTONOSTIMEN TESTAUSSUUNNITELMA



OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Auto- ja kuljetustekniikka

2017 | 27

Miika Lukkari

HAULERMAN OY: N GEN 2 - AUTONOSTIMEN TESTAUSSUUNNITELMA

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella standardien mukaiset testausmenetelmät Haulerman Oy:n uudelle autonostinprototyypille. Työhön kuuluu testaussuunnitelman lisäksi mittauspöytäkirjan luominen sekä sen täyttäminen tuotteen testauksen aikana yrityksen kokoonpanohallissa. Opinnäytetyön teoriaosuudesta toimeksiantajalla on mahdollisuus ottaa käyttöönsä materiaalia.

Uudenlaisen tuotteen testaaminen standardien mukaan voi olla vaikeaa, koska täysin yhteensopivaa standardia ei välttämättä ole olemassa. Haulermanilla ei ole varsinaisia kilpailijoita vastaavanlaisella tuotteella Suomen tai edes Euroopan markkinoilla. Tuotteen onnistunut tuotekehitys ja -testaus mahdollistaisivat nopean ja sujuvan pääsyn markkinoille.

Työn tuloksena ovat standardien mukaiset testit, mittauspöytäkirja sekä loppuraportti. Raporteista voidaan luoda tuotedokumentaatio sekä käyttäjädokumentaatio. Toimeksiantajan näkökulmasta opinnäytetyön tulokset ovat hyödyllisiä, sillä ne nopeuttavat tuotteen markkinoille saantia sekä lisäävät kehitystyön kokonaislaatua.

ASIASANAT:

ajoneuvonosturit, standardit, tuotekehitys, tuotetestaus, turvallisuus

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Automotive and Transportation Engineering

2017 | 27

Miika Lukkari

A PRODUCT TESTING PLAN FOR A HAULERMAN GEN 2 LOADING CRANE

The object of this thesis was to create a product testing plan for Haulerman Oy which has developed a new kind of mobile loading crane. The Test methods were to be based on the existing lifting crane standards. The Thesis also includes the creating of a measuring protocol and being an employee for the testing that takes place in the Haulerman assembly hall. The commissioner may use the theoretical parts of this thesis.

Testing a completely new kind of product may be challenging because fully compatible standards may not yet exist. Haulerman does not have any real contenders with a similar product in the Finnish market or even in the European market. Successful product development may give Haulerman a fast and an unchallenged access to the open markets.

As an outcome of this thesis, the commissioner receives standard based product tests, a measuring protocol and a final report. From the final report it is possible to create product documentation and user documentation. From the commissioner's perspective the results of this thesis are useful because they hasten the process to bring the finished product to the market and enhance the overall quality of product development.

KEYWORDS:

mobile cranes, standards, product development, product testing, safety

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
1.1 Tavoite ja lähtötilanne	6
1.2 Rajaukset	6
1.3 Rakenne	7
2 TUOTEKEHITYS	8
2.1 Tuotekehitystiimi	8
2.2 Prosessin aloittaminen	9
2.3 Prototyypin valmistaminen ja tuotetestaus	9
2.4 Tuotekehityksen loppuvaihe	10
3 AUTONOSTURIT JA -NOSTIMET	11
3.1 Autonosturit	11
3.2 Takalaitanostimet	13
3.3 Haulerman Oy: n -autonostin	14
4 HAULERMAN OY: N TESTAUSSUUNNITELMA JA MITTAUSPÖYTÄKIRJA	16
4.1 Kokeiden valintakriteerit	16
4.2 Mitattavien kohteiden määrittäminen	17
4.3 Testien aikana tapahtuva mittaus	17
4.4 Loppuraportointi	18
5 TULOKSET	19
LÄHTEET	20

LIITTEET

- Liite 1. Haulerman GEN 2
Liite 2. Mittauspöytäkirja

KUVAT

Kuva 1. Tuotekehityksen prosessikaavio.	10
Kuva 2. Janneniska Oy:n nostolava-auto.	12
Kuva 3. Hiab-kuormausnosturi.	12
Kuva 4. Suurimman kokoluokan takalaitanostin.	13
Kuva 5. Takalaitanostimelle ominainen käyttöympäristö.	14
Kuva 6. Haulerman GEN 1 -autonostin.	15
Kuva 7. Haulerman GEN 1 -autonostin auton sisäpuolella.	15

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehdään Haulerman Oy:lle, joka on vuonna 2015 perustettu turkulainen yritys. Haulerman Oy on osa yritysryhmää, johon kuuluvat A. Kiviniemi Oy ja Turun Teräskaluste Oy. Autonostimen idea syntyi, kun Turun Teräskalusteen (ja myöhemmin myös Haulermanin) toimitusjohtaja Raimo Kiviniemi oli metalliverstaan kaasupullojen täyttömatkalla. Painavat kaasupullot olivat hankalia nostaa eikä markkinoilta löytynyt sopivaa tuotetta helpottamaan ko. ongelmaa. Ensimmäiset autonostimet kehitettiin Turun Teräskalusteella, ja ne olivat vain yrityksen omassa käytössä. Tuote todettiin toimivaksi ja se haluttiin tuoda markkinoille muidenkin saataville. Näin Haulerman Oy sai alkunsa. Tuotekehitykseen ja suunnitteluun palkattiin joukko ammattilaisia, joiden avulla syntyi Haulerman GEN 1 -autonostin. (Haulerman Oy 2017.)

1.1 Tavoite ja lähtötilanne

Opinnäytetyön tavoitteena on luoda standardien mukaiset testausmenetelmät sekä kattava mittauspöytäkirja yrityksen uudelle autonostinprototyypille, Haulerman GEN 2 -autonostimelle. Yritys haluaa päivittää markkinoilla olevan autonostimensa uudella kevyemmällä ja vahvemmalla tuotteella, josta on hiottu pois vanhan nostimen todettuja heikkouksia. Opinnäytetyön tekemistä vaikeutti se, että tälle autonosturityypille ei vielä ole olemassa omia spesifikoituja standardeja. Testaussuunnitelma piti tehdä tutkimalla nostinstandardeja, ja löytää niistä soveltuvat kokeet Haulermanin tuotteelle.

1.2 Rajaukset

Tämä opinnäytetyö rajataan koskemaan Haulerman Oy:n uutta prototyypinostinta, Haulerman GEN 2:sta. Tuotteen testaukset suoritetaan vuoden 2017 kesän aikana.

Teoriaosuuden aluksi luvussa 2 käsitellään tuotekehityksen ja -testauksen merkitystä uuden tuotteen luomisessa. Käydään läpi tuotekehitysprosessin eri vaiheita ja niiden vaikutuksia tuotteen kokonaiselinkaareissa. Tämän jälkeen käydään yleiset autonosturilaitteet läpi ja se, miten Haulermanin autonostin eroaa jo saatavilla olevista nosturilaitteista.

Teoriaosuudessa käydään myös läpi testaussuunnitelman luonnin vaiheita. Toimeksiantajan vaatimat työtehtävät esitetään luvuissa 4 ja 5. Lisäksi esitetään yritykselle luovutettu testaussuunnitelma sekä mittauspöytäkirja liitteinä.

1.3 Rakenne

Opinnäytetyön johdannossa esitellään toimeksiantaja ja se, miten tuotteen idea syntyi. Työn teoriaosuudessa luvussa 2 käsitellään tuotekehityksen merkitystä ja sen tuomia etuja sekä siitä johtuvia vaatimuksia. Kehitystyön vaiheita käydään läpi sekä mahdollisia tapoja suorittaa tuotekehitykseen liittyvä prosessi.

Luvussa 3 havainnollistetaan markkinoilla jo olevia nosturityyppejä sekä niiden käyttökohteita ja esitellään eroavaisuuksia, miten Haulermanin uusi tuote poikkeaa niistä. Samalla esitetään, mikä Haulermanin tuotteen vahvuus ja kohderyhmä ovat.

Luvussa 4 esitellään tuotetestaussuunnitelman ja mittauspöytäkirjan luomisen vaiheita ja standardien läpikäymistä. Opinnäytetyön luomisen työvaiheita eritellään, joita olivat mm. käytettävien standardien valikointi sekä mitattavien asioiden määrittäminen. Käytettävät testaus- ja mittausmetodit käydään läpi.

Opinnäytetyön vastaanotto ja kirjoituksen aikana oleva tilanne esitetään luvussa 5. Luvussa kuvataan, miten testaussuunnitelma ja pöytäkirja saivat muotonsa sekä kuinka tarkkoja mittausmetodit ovat. Tuotetestauksia ei ole aloitettu opinnäytetyön kirjoittamisen aikana, joten kokeiden varsinaiset tulokset eivät ole vielä saatavilla.

Tuotetestaussuunnitelma sekä mittauspöytäkirja esitetään liite-osiossa sellaisina kuin ne toimeksiantajalle luovutetaan.

2 TUOTEKEHITYS

Uuden tuotteen tai palvelun luomisesta tai vanhan tuotteen parantamisesta käytetään sanaa *tuotekehitys*. Se on prosessityötä, jossa käytetään tutkimustuloksia ja saatuja kokemuksia tuotteiden tai palveluiden parantamiseksi. Tuotekehityksen prosessikaavio on esitettyinä kuvassa 1. Sanaa *tuotekehitys* voidaan käyttää minkä tahansa tuotteen tai palvelun kehittämisestä, oli se jo olemassa tai aloitettaessa täysin tyhjästä. Suurimmat hyödyt tuotekehityksestä ovat yrityksen kilpailukykyisyyden kasvaminen, uudet asiakkaat sekä uusien hyvälaatuisten tuotteiden tuoma positiivinen imago. Nämä asiat voivat johtaa parempaan markkinaosuuteen, kun verrataan yrityksen kilpailijoihin. Tuotekehityksen haasteita ovat määrälliset aika- ja materiaaliresurssit, jotka rajoittavat kehitystyöhön käytettävää työmäärää. Uhkana on myös turhan kehitystyön tekemisen riski, jos tuotetta ei saada vietyä markkinoille asti. Tuotteen elinkaarikustannusten on oltava pienempiä kuin tuotteesta saatava voitto, jotta yrityksen toiminta olisi kannattavaa. (Harjula & Koskinen. 2007.)

2.1 Tuotekehitystiimi

Yrityksen sisällä voi olla tuotekehitykselle omistettu osasto, joka pyrkii jatkuvasti kehittämään uusia innovaatioita yrityksen tuotteiden ja palveluiden parantamiseksi. Tällaisen osaston olemassaolo on suuremmille yrityksille yleistä. Tuotekehitykselle annetaan ennalta määrätty budjetti sen mukaan, kuinka tärkeänä tuotekehitys tietyllä aikajaksolla nähdään. Perinteisillä aloilla (esimerkiksi metalli- ja metsäala) tuotekehitystä tehdään hieman maltillisemmin kuin esimerkiksi tällä hetkellä kovassa buumissa olevalla tietotekniikka-alalla. Pienimmissä yrityksissä ei ole omaa osastoa tuotekehitystä varten, vaan prosessiin nimetään ryhmä kokeneita työntekijöitä tai hankitaan ulkopuolinen tuotekehittäjä. Haulermanilla tuotesuunnittelijana toimii Iiro Uusi-Salava, jonka lisäksi he hakivat opinnäytetyöntekijää Turun ammattikorkeakoulusta ulkoisena työvoimana tuotetestauksia varten. Yrityksen kokoonpanotilat toimivat testausympäristönä.

2.2 Prosessin aloittaminen

Tuotekehitystä voidaan tehdä monella eri tavalla, joista yksi yleinen keino on hahmottaa tuotteen laaja näkökulma, josta voidaan tarkastella kaikkia tuotteeseen liittyviä asioita. Kokonaiskuva voidaan jakaa neljään osaan:

- markkinatilanne; kilpailu, kysyntä, kohderyhmä, odotettu myynti
- tuotteen tekniset ominaisuudet; muotoilu, lujuuslaskelmat, suoritusarvot, vaatimukset
- tuotetuki; markkinointi, sertifikaatit, toimitus, takuu, huollot, käyttöohjeet
- elinkaarikustannukset; kehityskustannukset, hinta/laatusuhde, käyttökustannukset.

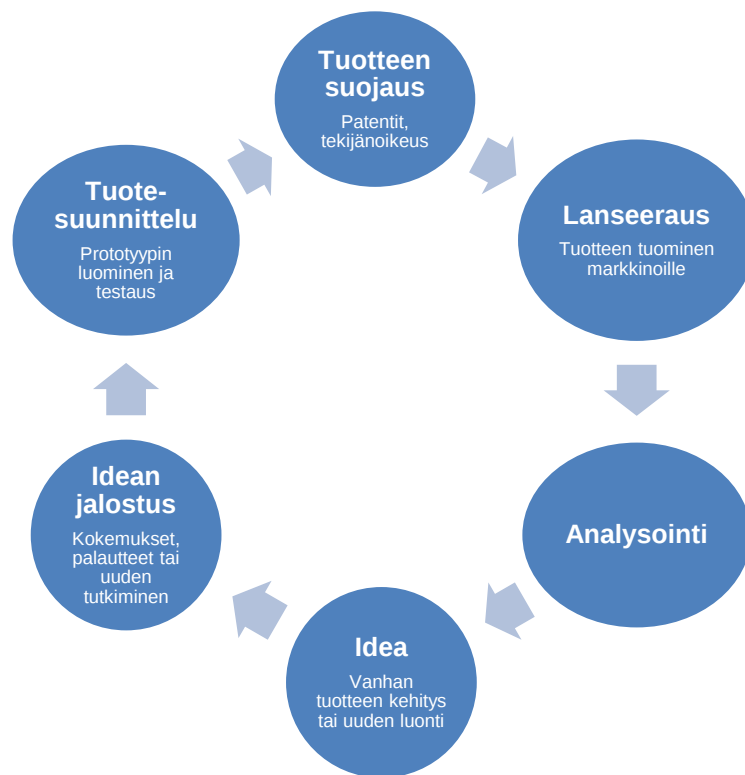
Jokaiseen osa-alueeseen etsitään useita eri vaihtoehtoja, joista valitaan sopivat ratkaisut ajan, resurssien ja työmäärän puitteissa parhaimman kokonaisuuden saavuttamiseksi. Suunnitteluvaihe vie runsaasti aikaa, mutta hyvin tehty tuotekehityssuunnitelma säästää aikaa ja rahaa kehitysprosessin loppuvaiheilta. (Harjula & Koskinen. 2007.)

2.3 Prototyypin valmistaminen ja tuotetestaus

Uuden tuotteen testaamisella haetaan varmistusta siitä, että uusi tuote pystyy vastaamaan siltä odotettuihin kriteereihin, joita voivat olla esimerkiksi lujuuslaskelmat ja odotettujen käyttökertojen määrä sekä käyttöikä. Testaamista varten tuotteesta luodaan prototyyppimalleja, joilla ajetaan standardien mukaiset testit. Tuotetestaaminen on tärkeä osa uuden tuotteen kehitysprosessia, jossa ilmenee viimeiset parannuskohteet ennen tuotteen markkinoille vientiä. Testaamisen kuluessa tuotteelle syntyy virhelista, jonka avulla viimeiset viat ja heikot kohdat saadaan korjattua pois. Tuotetestaamisesta tehdään yksityiskohtaiset raportit, joiden avulla tuote voi saada sertifikaatin perustuen standardeihin, direktiiveihin ja lakien asettamiin tavoitteisiin. Raporttien avulla luodaan tuotedokumentaatio sekä käyttäjädokumentaatio, josta standardien ohjeiden mukaan voidaan valmistaa käyttöohjekirja.

2.4 Tuotekehityksen loppuvaihe

Tuotteen saapuminen markkinoille merkitsee sen tuotekehitysvaiheen loppua. Markkinointi tuotteelle voidaan aloittaa jo prototyyppivaiheessa ja yleensä viimeistään silloin, kun tuotannon aloittamiselle on vahvistettu aikataulu. Tuotteen elinaikana voidaan vielä tehdä muutoksia, jos jonkin komponentin laatu on osoittautunut odotettua huonommaksi tai jos komponentin saatavuus loppuu. Onnistunut tuotekehitys varmistaa, että tuotteen tuottavuus on hyvä sen koko elinkaaren ajan. (Harjula & Koskinen. 2007.)



Kuva 1. Tuotekehityksen prosessikaavio. (Harjula & Koskinen. 2007.)

3 AUTONOSTURIT JA -NOSTIMET

Autonostureilla ja -nostimilla tarkoitetaan laitteita, jotka asennetaan kuorma-autoihin tai pakettiautoihin erilaisten työtehtävien suorittamista varten. Näiden laitteiden avulla saadaan tehostettua työntekoa sekä parannettua työturvallisuutta. Niitä käytetään kuorman lastauksen ja purkamisen apuna sekä henkilönostimina, kun tarvitaan pääsy vaikeasti tavoitettavaan työympäristöön. Suurikokoisista laitteista käytetään sanaa *nosturi* ja pienemmistä laitteista sanaa *nostin*.

3.1 Autonosturit

Autonostureilla tarkoitetaan suurikokoisia kuorma-auton päällä olevia nosturilaitteita. Nosturiautoissa on usein asennettuna auton rungosta tulevia tukijalkoja paremman tasapainon saavuttamiseksi, koska nosturit voivat toimia laajalla säteellä ajoneuvon ympärillä. Nostureita voidaan käyttää henkilönostimina rakennustyömailla, kun halutaan päästä työskentelemään rakennusten korkeitten julkisivujen kanssa, kuten kuvassa 2 voidaan nähdä. Näiden nosturien ulottuvuus pystysuunnassa voi yltää jopa 100 metriin asti, ja maksimikuormat ovat 400-600 kilogrammaa, mikä mahdollistaa raskaiden työkalujen noston kahden tai kolmen työntekijän lisäksi. Mm. Janneniska Oy käyttää ja vuokraa tällaisia autonostureita. (Janneniska Oy 2014.)

Toinen suuri autonosturityyppi on tavaroiden nostamiseen tarkoitetut nosturit. Yksi mahdollinen käyttökohde tällaisille laitteille esitetään kuvassa 3. Muita mahdollisia käyttökohteita ovat raskaiden kuormien lastaamiset ja purkamiset auton päälle ja pois päältä, kun halutaan siirtää kappaletavaraa. Esimerkkeinä tällaisista työtehtävistä ovat metsätalouden puukuormien siirtämiset ja työkoneitten kuljettamiset työmaille. Suurimmat nosturit ulottuvat vaakatasolla noin 30 metriin ja pystytasolla 35 metriin asti. Nosturien maksimikuormat ilmoitetaan tonnimitreinä, mikä kertoo nosturin suurimman sallitun momentin. Suurimmat autonosturien maksimikuormat ovat noin 80 tonnimetriä, eli kyseisellä nosturilla voidaan nostaa 10 000 kilogrammaa kahdeksan metrin päästä nosturista. Cargotec konsernin Hiab-tuotteet ovat yleisiä kuormausnostureita. (Hiab Suomi)



Kuva 2. Janneniska Oy:n nostolava-auto.



Kuva 3. Hiab-kuormausnosturi.

3.2 Takalaitanostimet

Pienempiä massoja kuljetettaessa hydrauliset takalaitanostimet ovat yleinen vaihtoehto. Takalaitanostimella tarkoitetaan auton perästä avattavaa takaseinää, joka toimii samalla nostimena. Postin kuljetukset, elintarvikekuljetukset ja muuttokuljetukset suoritetaan normaalisti takalaitanostimilla varustetuilla autoilla. (Kuva 5.) Autot voivat olla luokituksestaan kuorma-autoja, kevytkuorma-autoja tai pakettiautoja. Takalaitanostimilla varustetut autot ovat erityisen tehokkaita siirtämään rullakkoihin lastattua tavaraa, mm. ruoka- ja sanomalehtikuljetukset. Pumppukärkyjen avulla myös kappaletavarat (esim. kodinkoneet ja huonekalut) saadaan lastattua ja purettua kätevästi. Takalaitanostimen heikkouksina voidaan pitää lastauslaitureiden ja pumppukärkyjen tarvetta, koska kappaletavaran siirtäminen auton sisällä ilman apuvälineitä on vaivalloista. Lisäksi nostinta voi olla vaikea käyttää epätasaisessa maastossa, ja se vaatii reilusti tilaa auton takana. Nostinten nostokyky vaihtelee 500 – 2500 kilogrammaan, riippuen auton ja nostimen koosta. Kuvassa 4 on nähtävillä suurimman kokoluokan takalaitanostin.



Kuva 4. Suurimman kokoluokan takalaitanostin.



Kuva 5. Takalaitanostimelle ominainen käyttöympäristö.

3.3 Haulerman Oy: n -autonostin

Haulermanin suunnittelema kuormanostin eroaa edellä mainituista tuotteista käyttötarkoituksen ja nostettavien massojen suhteen. Se on tarkoitettu asennettavaksi vain pakettiautoluokan ajoneuvoihin ja sen avulla massaltaan pienehköt kappaleetavarat voidaan lastata tai purkaa koko auton kuormatilaa hyödyntäen. Nostin toimii ainoastaan auton pituussuunnassa, joten sivuille aiheutuvaa momenttia voi syntyä vain auton sisätilojen rajaamassa tilassa, jos kuorma halutaan sijoittaa kuormatilan sivuseinää vasten. Kuormattavat tavarat voidaan nostaa ohjaamon seinään asti ja muutaman metrin auton taakse. (Kuva 6.) Lastauslaituria ei tarvita, ja auton sisällä ei ole tarvetta lainkaan pumpukärryille tai muille apulaitteille. (Kuva 7.) Yksi työntekijä voi käyttää tehokkaasti nostinta ja saada lihasvoimalla raskaat kappaleetavarat lastattua ja purettua autoon sisälle vaivatta. Työturvallisuus ja -tehokkuus paranevat nostimen avulla. Yhtenä etuna voidaan nähdä nostimen vaatima pieni tilantarve. Auton ulkomittoihin ei tule minkäänlaisia muutoksia ja kuormatilasta vaaditaan vain murto-osa. Laite asennetaan pakettiauton kattoon, ja siinä on neljä tukijalkaa, jotka tulevat auton kuormatilan sivuille. Normaalikokoisella pakettiautolla päästään myös sellaisiin kenttäolosuhteisiin, joihin isommalla autolla ja

nostimella ei päästäisi. Haulerman autonostimella saadaan nostettua 300 kilogrammaa painavia kappaleita. (Haulerman Oy 2017.)



Kuva 6. Haulerman GEN 1 -autonostin.



Kuva 7. Haulerman GEN 1 -autonostin auton sisäpuolella.

4 HAULERMAN OY: N TESTAUSSUUNNITELMA JA MITTAUSPÖYTÄKIRJA

Kuten edellä mainittiin, markkinoilla ei ole samankaltaisia tuotteita kuin Haulermanin autonostin. Tämä tarkoittaa myös sitä, että tällaiselle tuotteelle ei ole olemassa vielä spesifikoituja testausstandardeja. Suunnitelman luomiseksi nostin- ja nosturistandardeja piti selata soveltuvien kokeiden löytämiseksi. Läpikäytäviä standardeja oli yli kymmenkunta kappaletta, joista tuotteelle yhteensopiviksi osoittautuivat seuraavat neljä:

- 1) SFS-EN 12999 + A1 (Nosturit. Kuormausnosturit. Luku 6.2 Kokeet ja koemenetelmät)
- 2) SFS-EN 13000 + A1 (Cranes. Mobile Cranes. Luku 5 Verification)
- 3) SFS-EN 13001-1 (Nosturit. Yleissuunnittelu. Osa 1: Yleiset periaatteet ja vaatimukset. Luku 4 Turvallisuusvaatimukset ja toimenpiteet)
- 4) SFS-EN 14492-2 + A1 + AC (Nosturit. Konekäyttöiset vinssit ja nostimet. Osa 2: Konekäyttöiset nostimet. Luku 6 Turvallisuusvaatimusten ja/tai turvallisuustoimenpiteiden todentaminen).

4.1 Kokeiden valintakriteerit

Standardien piti olla malliltaan yleispäteviä, eli ne eivät voineet olla tarkennettuja tietyn tyyppiseen nosturiin tai nostimeen. Koska Haulermanin autonostin toimii ainoastaan pakettiauton pituussuunnassa ja käytettävät massat ovat pieniä, vakavuustestejä ei vaadittu. Kuormanostin mahdollistaa tavaroiden kuormaamisen auton sivuseiniä vasten, mutta sivusuunnassa auton ulkopuolelle se ei ylety. Auto ei tule kippaamaan pituussuunnassa pienten nostettavien massojen takia, eikä sivuille synny suuria momentteja. Tärkeimpänä valintakriteerinä olivat standardien ilmoittamat kokeet, koska niistä piti luoda suunnitelma Haulermanin prototyypin testejä varten. Kokeita piti olla neljää eri tyyppiä:

- yleinen toimintakoe
- staattinen koe
- dynaaminen koe
- käyttöikä, toimivuuteen ja kestävyysliittyvä koe.

Monessa eri standardissa kokeet olivat yhtenevät, joten niistä pystyi kokoamaan yhden suuren kokonaisuuden, josta löytyi kaikki vaaditut kokeet. Yleinen toimintakoe päätettiin yhdistää staattisesta ja dynaamisesta kokeesta muodostuvaksi. Staattista ja dynaamista toimintakoetta voidaan käyttää vuosihuollon aikana tuotteen kunnon testaamiseksi. Standardien selaaminen onnistui SFS Online -nettisivulta, johon Turun ammattikorkeakoululla on lisenssi mikä mahdollistaa sivun käytön opiskelijoille sekä koulun henkilökunnalle.

4.2 Mitattavien kohteiden määrittäminen

Määrittely mitattaville kohteille ja suureille tapahtui yhteistyössä Haulermanin suunnittelijan, Iiro Uusi-Salavan kanssa. Fyysiset mittaukset keskittyvät osien ja komponenttien kulumiseen sekä rasituksesta johtuviin muodonmuutoksiin. Sähkömoottorin ja moottori-keskuksen lämpötilaa mitataan testien aikana jatkuvan käytön takia, mikä voi johtaa niiden ylikuumenemiseen. Normaalissa käytössä lämpötilat eivät tule nousemaan yhtä korkeiksi, koska käyttökertoja ei tule olemaan yhtä tiheään tahtiin. Koko testin suorittamisen ajan kokonaistestaussykliä lukumäärää seurataan päivittäin, jotta saadaan osviittaa tuotteen elinkaaren aikana tapahtuviin rakenteellisiin muutoksiin ja määräaikaishuoltojen määrittämiseen. Koska kyseessä on prototyyppitesti, tuotteen perusliikkeitä ja toimintoja valvotaan kokeiden alussa tarkasti, jotta mahdolliset rakenneviat saadaan nopeasti korjattua. Kokeen valvoja voi testejä seurattaessaan huomata jotain kehitettävää, mikä tulee kirjoittaa ylös mittauspöytäkirjan huomioita-osioon.

4.3 Testien aikana tapahtuva mittaus

Suoritettavat kokeet tehdään Haulerman kokoonpanohallissa Turussa. Kokeet tulevat kestämään noin kahden kuukauden ajan, jotta saadaan tarvittavan suuri määrä syklejä ajettua. Testaussyklit ajetaan automatisoidulla ohjausyksiköllä, joka automaattisesti kirjaa ylös suoritettujen syklien määrän, joten kokeen valvojan tehtäväksi jää mitata ja kirjata fyysiset tulokset ylös. Yhden syklin vaatima aika mitataan siten, että nostin nostaa painon ylös, siirtää ja laskee sen autoon, nostaa ja siirtää sen sieltä pois ja laskee sen takaisin aloituspaikalle. Kyseessä on siis yksi täysinäinen sykli. Mittaus tapahtuu yleispätevällä sekuntikellolla. Hihnan venyminen mitataan rullamitalla, ja se puretaan ulos

nostimesta mittausta varten. Puomin taipumaa mitataan myös rullamitalla, ja mittaus tapahtuu ennalta määrätystä kohdasta mitaten lattian ja puomin välisen pituuseron. Laakerien välykset mitataan rakotulkilla. Moottorin ja sen ohjauskeskuksen lämpötilaa seurataan infrapunalämpömittarilla. Huoneen lämpötila mitataan visuaalisella yleislämpömittarilla. Lisäksi kokeiden aikana mitataan yleismittarilla moottorin virrankulutusta. Mittauspöytäkirja on Excel-pohjainen taulukko, joka tehtiin yhteistyössä Iiro Uusi-Salavan kanssa. Tulostettaessa Excel-tilukko on A4-arkin kokoinen, mikä mahdollistaa saatujen mittausten tulostamisen normaalikokoiseksi vihoksi. Yritys on asettanut tietyt tavoitteet tuotteelle perustuen lujuuslaskelmiin, toimivuuteen sekä odotettuun käyttöikään, ja ne pyritään saavuttamaan testien avulla. Kokeiden jälkeen nostimelle suoritetaan läpi-kohtainen tarkastus, jossa tutkitaan komponenttien kunnot, vauriot ja mahdolliset viat.

4.4 Loppuraportointi

Mittaustuloksista ja kokeen kulusta laaditaan raportti, jossa pitää olla selvästi ilmoitettuna koeaika, testien suorittamisen sijainti, nosturin malli sekä testin valvojan nimi. Tästä raportista voidaan luoda tuotedokumentaatio sekä käyttäjädokumentaatio, jota jalostetaan vielä eteenpäin käyttöohjekirjaksi standardien ohjeiden mukaisesti.

5 TULOKSET

Opinnäytetyötä kirjoitettaessa tuotetestaaminen autonostimelle ei ole vielä alkanut. Yrityksellä on valmis suunnitelma testauksia varten, minkä ansioista prototyypit testit voidaan aloittaa heti, kun testaamisvalmis prototyyppi saadaan kokoonpantua. Opinnäytetyö auttaa Haulermania testaamaan tuotteen standardien edellyttämällä tavalla, ja saamaan tuotteen mahdollisimman nopeasti markkinoille. Toimeksiantaja oli tyytyväinen testaussuunnitelmaan sekä mittauspöytäkirjaan.

Opinnäytetyön tuloksena syntyivät neljän standardin koe- ja testausosioihin perustuva testaussuunnitelma (Liite 1) sekä mittauspöytäkirja (Liite 2). Testaussuunnitelma kattaa kaikki yrityksen asettamat vaatimukset kokeille, jotka mahdollistavat tuotteen markkinoille viennin. Kokeiden aikana tapahtuvat nostimen muodonmuutokset (venymät, taipumat, välykset) mitataan konkreettisilla mitoilla millimetrin tarkkuudella, joka on toimeksiantajalle riittävän tarkka luotettavia tuloksia varten. Rakotulkki ja perinteinen rullamitta ovat tarpeeksi luotettavia mittausvälineitä fyysisten muodonmuutosten seuraamiseksi. Infrapunalämpömittari asetetaan seuraamaan moottorin ja sen ohjauskeskuksen lämpötilaa. Tarkemmat tiedot mittausvälineistä löytyvät testaussuunnitelmasta (Liite 1). Suurimmat sallitut muodonmuutokset ja lämpötilat ovat nostimen suunnittelijan liro Uusi-Salavan tiedossa. En saanut työtä varten teknisiä piirustuksia tai kokeiden ennakoituja raja-arvoja, koska yritys haluaa pitää suunnittelutyönsä mahdollisimman salaisena.

Moottorin ja sen ohjausyksikön lämpötilan ei nähty muodostuvan ongelmaksi normaalin harvemman käytön aikana, mutta kokeista johtuvan jatkuvan käytön takia sitä päätettiin seurata ylikuumenemisen estämiseksi. Infrapunalämpömittari tallentaa tiedot automaattisesti muistiin sekä varoittaa, jos lämpötila nousee asetetun rajan yli. Koska kyseessä on prototyypitesti, kokeiden alussa nostimen toimintaa ja komponenttien suoriutumista seurataan erityisen tarkasti, jotta saadaan nopeasti korjattua mahdolliset suunnitteluvirheet. Moottorin virrantarve ja yhden syklin suorittamisaika mitataan kokeiden alussa.

Suunnitelman laatijana mittauspöytäkirjan luominen, standardien tutkiminen ja sopivan suunnitelman kokoonpaneminen olivat mielenkiintoisia tehtäviä. Työkokemukseni kuorma-auton kuljettajana auttoi tätä työtä tehdessä. Tulen työskentelemään osana testaustiimiä Haulermanin kokoonpanohallissa kesäkuun 2017 ajan. Mittauspöytäkirjaan voidaan tehdä vielä muutoksia, jos kokeiden aikana huomataan uusia mitattavia kohteita, joita emme osanneet ennakoida alkuperäistä mittauspöytäkirjaa laatiessamme.

LÄHTEET

Harjula E. & Koskinen P. 2007. Tuotekehitysprosessi. Opinnäytetyö, AMK. Lahden ammattikorkeakoulu, markkinoinnin ja liiketalouden koulutusohjelmat. Viitattu 14.5.2017. Saatavissa <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/11238/2007-11-29-03.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Haulerman Oy 2017. Yrityksestä. Viitattu 4.4.2017. Saatavissa <http://www.haulerman.com/haulerman-yrityksena>.

Haulerman Oy 2017. Käyttökohteita. Viitattu 19.4.2017. Saatavissa <http://www.haulerman.com/kayttokohteita>.

Hiab. Tuotteet. Viitattu 15.4.2017 Saatavissa <https://www.hiab.com/fi-FI/HIAB/tuotteet/Kuormausnosturit/HIAB/Tuotteet-hiab/>.

Janneniska Oy 2014. Kalusto. Viitattu 15.4.2017. Saatavissa <http://www.janneniska.com/kalusto/>.

Suomen Standardoimisliiton internetpalvelu, SFS Online. Saatavissa <https://online.sfs.fi/>.

SFS-EN 12999 + A1. Nosturit. Kuormausnosturit.

SFS-EN 13000 + A1. Cranes. Mobile Cranes.

SFS-EN 13001-1. Nosturit. Yleissuunnittelu. Osa 1: Yleiset periaatteet ja vaatimukset.

SFS-EN 14492-2 + A1 + AC. Nosturit. Konekäyttöiset vinssit ja nostimet. Osa 2: Konekäyttöiset nostimet.

Haulerman GEN 2

Johdanto

Haulerman autonostin on uudenlainen tuote, jolle ei ole tarkkoja spesifikoituja standardeja. GEN 2 autonostin tekee ainoastaan suoraa liikettä auton pituussuuntaan nähden, joten auton sivuilla työtä tekeville nostureille tarkoitettuja vakavuustestejä ei tarvita. Siirrettävät massat ovat kooltaan niin pieniä, sekä ulottuma auton taakse on niin lyhyt, että auto ei kykene kippaamaan pituussuuntaansa nähden. Kokeiden tärkein tehtävä on varmistaa lasketut lujuuslaskelmat, ennakoitu käyttöikä ja tuotteen yleinen toimivuus. Tuotetestaussuunnitelma on koottu yhteen soveltuvista nosturistandardeista kattavimman testausmetodin selvittämiseksi.

Testaus tapahtuu Haulermanin kokoonpanohallissa. Nostin asennetaan testipukille, jota on mahdollista kallistaa viisi (5) astetta mahdollisten pinnanolosuhteiden simuloimiseksi.

Testaussuunnitelmassa käytetyt standardit:

- 1) SFS-EN 12999 + A1 (NOSTURIT. KUORMAUSNOSTURIT. Luku 6.2 Kokeet ja koemenetelmät.)
- 2) SFS-EN 13000 + A1 (CRANES. MOBILE CRANES. Luku 5 Verification)
- 3) SFS-EN 13001-1 (NOSTURIT. YLEISSUUNNITTELU. OSA 1: YLEISET PERIAATTEET JA VAATIMUKSET. Luku 4 Turvallisuusvaatimukset ja toimenpiteet)
- 4) SFS-EN 14492-2 + A1 + AC (NOSTURIT. KONEKÄYTTÖISET VINSSIT JA NOSTIMET. OSA 2: KONEKÄYTTÖISET NOSTIMET. Luku 6 Turvallisuusvaatimusten ja/tai turvallisuustoimenpiteiden todentaminen)

Turvallisuusvaatimusten todentaminen

Yleistä

Nosturi ja sen asennus on testattava sen varmistamiseksi, että ne täyttävät valmistajan spesifikaatioon sisältyvät toiminnalliset vaatimukset, sekä rakenteen ja kaikkien komponenttien eheyden varmistamiseksi. Kokeiden aikana nosturia on käytettävä valmistajan nosturin ohjekirjassa erittelemien ohjeiden mukaisesti. Testeillä tarkistetaan mekaaninen lujuus ja suoritetaan lujuuslaskelmien tarkistus. Staattiset ja dynaamiset toimintakokeet käyvät vuositarkastuksissa pätevinä testeinä. Valmistajan suorittamat

nostimen lujuuslaskennat on varmistettava kuormattujen testien kanssa.
Testeissä käytetään seuraavia kuormamääriä:

- käyttöiän koe (kerroin 1, eli maksimikuorma)
- dynaaminen koe (kerroin 1,1, eli 10 % ylikuorma)
- staattinen koe (kerroin 1,25, eli 25 % ylikuorma)

Table 1 — Verification of safety requirements including the proof of competence

Subclause	Safety requirement	Conceptual Verification				Individual check
		Calculation	Experiment		Visual Check	
			Crane	Component		
4.1.2.3 4.1.2.4	Load effects on structures	•	•	—	—	L
4.1.2.5	Load effects on load bearing components, mechanisms, ropes, chains and other components	•	•	○	—	L
4.1.2.6.1	Stability, general	•	•	—	—	L
4.1.2.6.3	Stability during erection and dismantling	•	•	—	—	L/F
4.1.2.6.4	Stability, effects due to elasticity	•	•	—	—	—
4.1.2.6.2 4.1.2.6.4	Stability, effects due to acceleration	•	—	—	—	—
4.1.3.2 4.1.3.3	Limit states for structures	•	—	—	—	—
4.1.3.4	Limit states for load bearing components	•	—	○	—	—
4.1.3.4.1	Limit states for mechanisms	•	—	○	•	—
4.1.3.4.2	Limit states for ropes including end fittings	•	—	•	—	V
4.1.3.4.2	Rope system, diameter of sheaves and drums	•	—	—	•	—
4.1.3.4.3	Limit states for chains	•	—	•	—	V
4.1.3.4.4	Limit states for hooks, sheaves and hook blocks	•	—	○	•	V
4.1.3.4.4	Limit states for slew ring, hydraulic cylinder and other components	•	○	○	•	—
4.2.1	Control station, pipes, cables and hoses	—	○	○	•	V
4.2.2.2	Control station, cabin	—	—	•	•	V
4.2.2.3	Sharp edges and acute angles	—	—	—	•	—
4.2.2.4	Emergency exit	—	—	○	•	—
4.2.2.5	Space envelope	—	—	○	•	—
4.2.2.6	Heating and ventilation	○	•	○	—	F
4.2.2.7	Doors and windows	—	—	•	•	F

Standardin SFS-EN 13000 + A1 CRANES. MOBILE CRANES esittämät turvallisuusvaatimukset.

Toimintakoe, staattinen osuus

Koekuorman on oltava vähintään 1,25-kertainen nostokyky. Kuormausnosturi on testattava asennoissa ja kokoonpanoilla, jotka saavat aikaan enimmäiskuormitukset tai enimmäisjännitykset nosturin komponenteissa ja rakenteissa. Valmistajan on kirjattava ja säilytettävä tulokset. Nosturi on testattava sen työasentoon asentamisen jälkeen ja kun se on valmiina käyttöön ottoon. Seuraavaksi eriteltävät kokeet kuuluvat staattiseen osuuteen:

- a) maksimipituus kaikilla mekaanisilla jatkeilla
- b) pituus, joka vastaa suurinta työkuormaa

Jos suurin käytettävä koekuorma ei vastaa nosturin valmistajan ilmoittamaa suurinta työkuormaa, on kyseisen nosturin suurinta kuormaa ja pituutta pienennettävä vastaavaksi.

Staattisen kokeen hyväksymiskriteerit

Testiä pidetään hyväksyttävänä, jos nosturissa ei ole nähtävissä murtumia, pysyviä muodonmuutoksia, maalin irtoamista tai vaurioita, jotka vaikuttavat sen toimintaan, turvallisuuteen tai asennukseen ja etteivät liitokset ole löysyneet tai vahingoittuneet.

Toimintakoe, dynaaminen osuus

Dynaamisessa kokeessa koekuorman on oltava vähintään 1,1-kertainen nostimen maksimikuormaan nähden. Kokeet on suoritettava nopeuksilla, jotka ovat asianmukaisia tarkoitettuun käyttöön nähden. Kokeeseen on sisällyttävä toistuvia liikkeellelähtiä ja pysäytyksiä.

Dynaamisen kokeen hyväksymiskriteerit

Koetta voidaan pitää hyväksyttävänä, jos asiaankuuluvien komponenttien on havaittu toimivan oikein suunnitteluspesifikaation mukaisesti, eikä kokeen jälkeinen tarkastus paljasta vaurioita mekanismeissa tai rakenteellisissa komponenteissa.

Käyttöiän testaaminen

Testiolosuhteet

Kaikki kokeet on tehtävä valmistajan ennakoimissa epäedullisimmissa olosuhteissa, joissa nosturia käytetään tarkoitetulla tavalla. Testi voidaan suorittaa suljetussa ilmastoimattomassa huoneessa. Lämpötilan on oltava 10 ± 20 °C. Testissä ei oteta huomioon ympäristötekijöitä (sade, kosteus, lumi). Jos tällaisten tekijöiden odotetaan vaikuttavan turvallisuuteen liittyvien osien toimivuuteen, olisi tehtävä erillinen todentaminen koko sarjavalmisteiselle nostokoneistolle. Nostokoneistoa on kannatettava mekaanisesti jäykällä järjestelyllä, mikä vastaa sen asennusta normaaliin pakettiautoon. Testi on tehtävä koko nostokoneisto täysin kokoonpantuna.

Kuorma

Koko testi on tehtävä vähintään täydellä kuormalla (kerroin 1 maksiminostokykyyn nähden).

Aikajakso ja syklit

Tavoitteena on saavuttaa valmistajan ennalta määrittämät sallitut arvot koskien käyttöaikaa sekä käytön määriä. Sykli alkaa, kun nosturi on valmis hyötykuorman nostamiseen ja loppuu, kun nosturi on valmis seuraavaan hyötykuorman nostamiseen. Kun moottorin sekä sen ohjauskeskuksen vakioitunut lämpötila on saavutettu, testi voidaan suorittaa vakioituneella lämpötilalla säätämällä ulkopuolista jäähdytystä sekä käyttöaikaa ja käytön käynnistysten lukumäärää.

Hyväksymisperusteet

Testin on katsottava suoritettuna loppuun, kun sarjavalmistainen nostokoneisto on vielä käyttökunnossa, kuitenkin viimeistään silloin kun havaittava vaurioituminen osoittaa, että on olemassa välitön pettämisen riski. Tähän asti käytetty ajanjakso lasketaan saavutetuksi käyttöiäksi täysinä kuormitustunteina. Testi voidaan katsoa onnistuneeksi, jos

- a) vähintään kolmen testin suorittamisen jälkeen saavutettua käyttöiää keskiarvo on suurempi kuin nostimen koneiston testiryhmälle vaadittu

määrä täyden kuormituksen tunteja ja alin saavutettu käyttöikä ei ole alle 10 % nostimen koneiston käytön ennakkoidusta arvosta

tai

- b) yhden testin suorittamisen jälkeen, saavutettu käyttöikä täyden kuormituksen tunteina on vähintään 20 % korkeampi kuin nostinkoneistolle vaadittu kuormituksen tuntimäärä

Kokeiden raportointi

Mitattavat kohteet

- Nostimen puomin laakerien vällys
- Puomin taipuma
- Hihnojen venyminen
- Moottorin ohjauskeskuksen lämpötila
- Moottorin lämpötila
- Huoneen lämpötila
- Yhden testaus syklin vaatima aika
- Testaus syklien lukumäärä

Alkuvaiheen erikoiskohteet (kirjataan Huomioita osioon)

- Liikkeiden ja toimintojen testaus
- Moottorin virrantarve
- Parannusehdotukset
- Tarkka aloitus/lopetusajankohta

Mittaukset täytetään Excel-pohjaiselle taulukolle, joka on tulostettaessa A4-arkin kokoinen, mikä helpottaa saatujen tulosten siirtämistä painettuun muotoon.

Asennuksen aikana suoritettujen staattisten ja dynaamisten kokeiden tuloksista on laadittava koeraportti, jossa esitellään tulokset sekä huomautet vauriot/viat.

Käyttöiän testin aikana nostimen kuntoa tutkitaan jatkuvasti syklimäärään verraten, joka mahdollistaa käytön aikana tapahtuvan kulumien simuloimisen, sekä nostimen tarvitsemien määräaikaishuoltojen tiheyden asettamisen. Saaduista tuloksista voidaan muodostaa kulumisen muodonmuutoksia havainnollistava kuvaaja Excelin avulla. Käyttöiän testin jälkeen tehdään läpikohtainen tarkastus, jossa tutkitaan nosturin kokemat muodonmuutokset sekä vauriot tai viat.

Kaikkien kokeiden suorittamisen jälkeen kirjoitetaan raportti, jossa ilmoitetaan tulokset. Raportista tulee käydä ilmi nosturin malli, päivämäärä ja testien sijainti, sekä testin valvojan nimi. Raportin avulla voidaan luoda tuotedokumentaatio sekä käyttöohjekirja.

Kokeiden aikana käytettävät mittalaitteet

Sekuntikellona voidaan käyttää kännyköiden kellosovelluksia, koska testiin riittää yhden sekunnin tarkkuus. Tärkeämpi asia on hahmottaa nostimen yleistoimivuus ja onko nostin riittävän nopea/tehokas.

Rullamitta:

W-lock, Würth tuotenumero **714 64 518**

Mittauspituus: 5 m

Mittausshinnan leveys: 25 mm

Mittautarkkuus: EU Class II = $(0,3+0,2*5)$ mm = $\pm 1,3$ mm

Rakotulkki:

Würth tuotenumero **0713 51 42**

Mittausalue: 0,05 – 1 mm

Mittautarkkuus: 0,05 mm = 20 lehteä välillä 0,05 – 1 mm

Infapunalämpömittari:

TR-47, Würth tuotenumero **0715 539 107**

Mittausalue: -60...760 °C

MIN/MAX/AVG lämpötilat tallentuvat muistiin

Lämpömittari:

VT04 Visuaalinen lämpömittari Würth tuotenumero **0715 530 009**

Yleismittari:

TR-57, Würth tuotenumero **0715 539 138**

Koukkuvaaka:

VETEK ELECTRONIC CRANE SCALE

Mittausalue: 1 - 300 kg

Mittautarkkuus: 0,05 kg

