

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Tuotekehitystekniikka

2019

Mikko Möykky

CABINLESS LOADER

Julkinen versio

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

Toukokuu 2019 | 18 sivua

Mikko Möykky

CABINLESS LOADER

Julkinen versio

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää konsepti ohjaamorakenteesta kaivoslastariin. Vähentämällä lastarin kokonaiskorkeutta laitteen kulkiessa automaatioajolla matalissa kaivostunneleissa. Ohjaamorakenteessa piti olla myös mahdollisuus manuaaliseen ajoon siirto- ja huolto-ajoja varten.

Tavoitteena oli yksinkertainen ja toimiva ratkaisu, jotta ohjaamo toimisi hienosti huonommissakin olosuhteissa. Opinnäytetyön tilasi Sandvik Mining ja Rock Technology.

Ohjaamon konsepti suunniteltiin SolidWorks-ohjelmalla. Apuna käytettiin myös Siemensin NX- ja Teamcenter-ohjelmia, jotta päästiin tutkimaan tavanomaisempia Sandvikin lastareissa käytettyjä ohjaamoja. Lisäksi konseptin rakennetta tutkittiin FEM-analyysin avulla.

Tuloksena asiakas sai lasketun konseptimallin, sekä tutkimustietoa tämän tyyppisen ohjaamorakenteen haasteista ja ongelmista.

ASIASANAT:

suunnittelu, tuotekehitys, konsepti

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering

May 2019 | 18 pages

Mikko Möykky

CABINLESS LOADER

Unclassified version

The goal of this bachelor's thesis was to develop a concept of a cabin for a mining loader. Therefore making the overall height of the loader smaller, as it moves automatically in low mining tunnels. There also had to be the possibility for manual driving of the loader, as it is needed for maintenance drive.

The goal was to create a simple and efficient cabin, so it would work even in the harshest environments. This bachelor's thesis was commissioned by Sandvik Mining and Rock Technology.

The concept of the cabin was designed with SolidWorks program. Siemens NX and Teamcenter were also used to help study more conventional cabins of Sandviks lineup. In addition the concept were studied with FEM-analysis.

As a result the client got a pre-calculated concept model, and critical information about the problems that may occur in this type of cabins.

KEYWORDS:

designing, product development, concept

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
2 SANDVIK	8
2.1 Konserni	8
2.2 Sandvik Mining and Rock Technology	8
2.3 Sandvik Machining Solutions	9
2.4 Sandvik Materials Technology	9
3 TURVALLISUUS	10
4 TYÖN TAVOITTEET JA LAAJUUS	11
4.1 Tavoitteet	11
4.2 Tuotekehitysmalli	11
4.3 Toteutus	11
4.4 Aloitus ja tiedonkulku	12
5 TUOTEKEHITYSKONSEPTIN TOTEUTUS	13
6 ESISUUNNITTELU	15
7 LOPUKSI	16
LÄHTEET	17

KUVAT

Kuva 1. LH514 kaivoslastain.

13

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

CAD	Computer Aided Design: tietokoneavusteinen suunnittelu (Siemens NX 2019)
CAE	Computer Aided Engineerin: tietokoneavusteinen laskenta (Siemens NX 2019)
CAM	Computer Aided Manufacturing: tietokoneavusteinen valmistus (Siemens NX 2019)
FEM	Finite Element Method: elementti menetelmä (Siemens NX 2019)
FOPS	Falling Object Protective Structures: putoavilta objekteilta suojaava rakenne (ISO 3449 – standardi 2005)
PLM	Product Lifecycle Management: tuotteen elinkaaren hallinta (Siemens NX 2019)
ROPS	Roll-Over Protective Structures: pyörähdykseltä suojaavat rakenteet (ISO 3471 – standardi 2008)

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on julkinen versio Sandvik Mining and Rock technologyn tilaamasta opinnäytetyöstä. Työn tavoitteena on kehittää konsepti ohjaamosta kaivoslastariin. Konseptin olisi tarkoitus pystyä toteuttamaan moneen Sandvikin lastariin. Ohjaamon suurin hyöty tulee olemaan sen luoma lisätila. Tavallinen ohjaamo on automaatioajossa tarpeeton ja tiellä kun laite kulkee ahtaissa kaivostunneleissa.

Aiheeseen liittyy paljon haasteita, joista suurimpana on kestävyysvaatimukset. Muita haasteita on esimerkiksi tilanpuute, sekä toimivan konseptin luonti. Ohjaamon suunnittelu vaatii laajan tutustumisen muun muassa tavanomaisemmin käytettyjen hyttien rakenteeseen, kestävyysvaatimuksiin sekä käyttöolosuhteiden tuomiin vaatimuksiin.

Luonnoksia tehdään SolidWorks-ohjelmistolla.

2 SANDVIK

2.1 Konserni

Sandvikin perusti Göran Fredrik Göransson. Göransson oli ensimmäinen maailmassa joka onnistui käyttämään bessemerin-menetelmää terästuotannossa teollisessa mittakaavassa. Alkuperäinen yhtiö oli nimeltään Högbo Stål- & Jernverks AB ja se perustettiin 31. Tammikuuta 1862 Sandvikenin kunnassa Ruotsissa. Yritys koki konkurssin vuonna 1866, mutta se uudelleenperustettiin kaksi vuotta myöhemmin jolloin nimi muuttui Sandvikens Jernverks AB. Viimeinen nimimuutos tapahtui 1972 kun Sandvikens Jernverks AB:sta tuli Sandvik AB. (Sandvik Group 2019a).

Sandvik työllistää noin 42 000 ihmistä maailmanlaajuisesti. Sandvikin liikevaihto vuonna 2018 oli noin 100mrd ruotsin kruunua. (Sandvik Group 2019a).

Sandvik toimii nykyisin kolmella eri liiketoiminta-alueella. Sandvik Mining and Rock Technology, Sandvik Machining Solutions ja Sandvik Materials Technology. (Sandvik Group 2019a).

2.2 Sandvik Mining and Rock Technology

Sandvik Mining and Rock Technology on johtava laitteiden ja työkalujen toimittaja, sekä teknisten- ja huolto palveluiden tuottaja. Sandvik Mining and Rock Technologyn käyttökohteita ovat muun muassa kallioporaus, kallioleikkaus, tunnelointi, louhinta, purku, murskaus, seulonta sekä lastaus. Sandvik Mining and Rock Technology työllisti vuonna 2018 15462 ihmistä ja sen liikevaihto oli 42,78 miljardia Ruotsin kruunua. Nopeasti kehittyvä osa Sandvik Mining and Rock Technologyn tarjontaa on ratkaisuja etävalvontaan sekä laitteiden automatisointiin, jotka lisäävät tehokkuutta, turvallisuutta sekä lisäävät käyttöaikaa ja pienentävät kustannuksia. (Sandvik Group 2019a).

2.3 Sandvik Machining Solutions

Sandvik Machining Solutions on johtava työkalujen ja työkalujärjestelmien valmistaja teollisuusmetallileikkaukselle optimoimalla asiakkaidensa työstötoimintoja. Tuotteita valmistetaan muun muassa sementoidusta karbidista ja muista kovista materiaaleista, kuten esimerkiksi timantista. Sandvik Machining Solutionsin liikevaihto vuonna 2018 oli 40,3 miljardia Ruotsin kruunua ja se työllisti 19284 ihmistä. (Sandvik Group 2019a).

2.4 Sandvik Materials Technology

Sandvik Materials Technology on johtava ruostumattomien terästen sekä erikoisseosten valmistaja vaativimmille toimialoille. Sandvik Materials Technologyltä löytyy laaja valikoima erilaisia tuotemuotoja kuten: putki-, palkki- ja nauhaterästä sekä tuotteita jotka on tarkoitettu teollisuuslämmitykseen. Sandvik Materials Technology työllisti vuonna 2018 6102 ihmistä ja sen liikevaihto oli 15,1 miljardia Ruotsin kruunua. (Sandvik Group 2019a).

3 TURVALLISUUS

Ennen työn tavoitteiden läpikäyntiä on hyvä käydä läpi yleisiä turvallisuuteen, eritoten kaivosturvallisuuteen liittyviä asioita. Tämän opinnäytetyön, kuin minkä tahansa muunkin suunnittelutyön, pohja perustuu siihen että valmis tuote tai asia on turvallinen käyttää ja riskit on minimoitu.

Kaivosturvallisuus

Aina kaivostoimintaa toteutettaessa riskit kasvavat. Näihin riskeihin voidaan lukea esimerkiksi sortumat, louhinnan räjäytykset ja liikenne. Keskeisin pääkohta kaivostoiminnan turvallisuudelle on vaaratekijöiden tunnistaminen ja niiden todennäköisyyksien arviointi sekä ennaltaehkäisy, jotta vaaratilanteita ei pääsisi syntymään. Kaivostyöntekijän näkökulmasta riskien tunnistaminen ja niihin reagointi on päätekijänä työntekijän oman turvallisuuden kannalta. (Geologian tutkimuskeskus 2019).

Työturvallisuuden kehittäminen on tärkein osa turvallisuuden kehittämistä kaivoksissa. Sen lisäksi täytyy ottaa huomioon myös yleiset kaivostoimintaan liittyvät riskit, sekä kuinka hallita onnettomuusvaaroja. Turvallisuuden takaamiseksi on tärkeää että yrityksissä on asetettu selkeät turvallisuustavoitteet, ja että yritys on sitoutunut noudattamaan turvallisuuteen liittyviä asetuksia, ja tuo niitä selkeästi esille omalla toiminnallaan. Lisäksi turvallisuuden parantamiseksi tehtävän työn on oltava organisoitua, sitä pitää pyrkiä kehittämään ja siitä saatuja tuloksia tulee seurata järjestelmällisesti. (Kaivosturvallisuusopas 2015).

4 TYÖN TAVOITTEET JA LAAJUUS

4.1 Tavoitteet

Opinnäytetyö tehdään Sandvik Mining and Rock Technology liiketoiminta-alueeseen kuuluvalla Turun toimipisteelle. Opinnäytetyön tavoitteena on luoda konseptimalli kaivoslastarin ohjaamosta.

4.2 Tuotekehitysmalli

Tässä opinnäytetyössä on seurattu tunnettua Karl Ulrichin ja Steven Eppingerin (1995) kehittämää kuusivaiheista yleistä tuotekehitysmallia. Nämä vaiheet ovat järjestyksessä suunnittelu, konseptin kehitys, järjestelmätason suunnittelu, yksityiskohtien suunnittelu, testaus ja viimeistely, sekä tuotannon käynnistäminen. (Manninen 2009.)

4.3 Toteutus

Ohjaamosta luonnostellaan ideoita, jonka jälkeen valitun ohjaamon konseptista luodaan 3D-malli sekä kartoitetaan mitä osto-osia projekti vaatii. Malli suunnitellaan käyttämällä SolidWorks – ohjelmistoa, käyttäen apuna myös Siemensin NX- sekä Teamcenter ohjelmistojä.

SolidWorks on 3D mallinnusohjelma, joka pitää sisällään CAD ja CAM ominaisuudet, automaattisen hinta arvioinnin, designin ja piirustusten tarkastuksen, kirjaston standardikomponenteista sekä kehittyneen fotorealistisen renderöinnin. SolidWorksiä on myyty noin 3,5miljoonaa lisenssiä maailmanlaajuisesti. (SolidWorks 2019.)

Siemens NX on joustava ja tehokas 3D-suunnitteluohjelma, joka tukee suoraviivaisesti jokaista tuotekehityksen vaihetta konseptoinnista aina tuotteen valmistamiseen saakka. NX yhdistää niin sanotun ”rautalankamallinnuksen”, pinta-, solidi- sekä täsmämallinnuksen kaikki yhden ohjelmiston alle, joista voi valita parhaan työkalun aina tuotteesta riippuen. (Siemens NX 2019.)

Siemens Teamcenter on yrityksille tarkoitettu PLM-ohjelmisto, jonka kanssa voidaan hallita valmistettavan tuotteen tietoja ja prosesseja kuten 3D-mallit, elektroniikka, implementoidut ohjelmistot, dokumentaatio sekä osa- ja materiaaliluettelot (BOM). Lyhyesti sanottuna Teamcenter siis auttaa yrityksiä hallinnoimaan alati kasvavien ja monimutkaistuvien tuotteiden tuottavuutta ja tehokkuutta koko elinkaaren ajan. (Siemens Teamcenter 2019.)

4.4 Aloitus ja tiedonkulku

Opinnäytetyö aloitettiin aloituspalaverilla, jossa käytiin läpi projektin aihe, vaatimukset ja alustava aikataulu. Samalla allekirjoitettiin opinnäyte-, toimeksianto- sekä salassapitosopimukset ja sovittiin seuraavan välikatselmuksen alustava päivämäärä. Välikatselmuksissa katsotaan miten työ etenee, käydään läpi ideoita ja parannusehdotuksia. Välikatselmuksset ovat suurin tiedonvälityksen väylä. Tämän lisäksi osa kommunikoinnista hoidetaan sähköpostin välityksellä.

5 TUOTEKEHITYSKONSEPTIN TOTEUTUS

Tuotekehityskonseptin toteutus lähti käyntiin ideoimalla erilaisia toteutusvaihtoehtoja ohjaamon rakenteelle. Ohjaamon suunnittelu oli suoraviivaista, koska se perustui jo olemassa olevalle LH514-kaivoslastauskoneen pohjalle. LH514:ä käytettiin referenssikoneena, jotta konseptin mitoitukset ja suunnittelu olisi verrattavissa jokaisen esisuunnitteluversion kohdalla samalla tavalla. Ensimmäiset versiot tehtiin Siemensin NX-ohjelmalla.



Kuva 1. LH514 kaivoslastain. (Sandvik Group 2019b).

Toinen askel oli lähinnä tutkimista erilaisista vaihtoehtoista, eikä standardien asettamia vaatimuksia otettu vielä vakavasti huomioon, jotta mitään ideaa ei jätettäisi huomiotta. Tässä kohtaa syntyneet versiot esitettiin asiakkaalle, ja todettiin että ne eivät tule täyttämään kaikkia vaatimuksia. Vaatimukset käytiin vielä tarkemmin läpi, ja muutettiin ideointiprosessin suuntaa.

Kolmas askel oli siirtyä käyttämään SolidWorks ohjelmistoa, jotta pienen tilan tuomat haasteet olisi helpompi ottaa huomioon samalla kun versiot kehittyivät. Useamman version jälkeen löytyi ratkaisu, joka näytti siltä että sillä olisi mahdollisuus täyttää kaikki annetut vaatimukset. Tässä kohtaa luonnokset esiteltiin taas asiakkaalle, ja aikaisemmin mainittu luonnos sai hyväksynnän.

Konseptiin liittyvät vaatimukset voidaan jakaa kahteen osa alueeseen. Asiakkaan- sekä standardien ja lakien määrittelemiin vaatimuksiin.

Asiakkaan määrittelemät vaatimukset

Ohjaamon korkeus ei saa ylittää lastarin takapyörien lokasuojan korkeinta kohtaa kiinniasennossa, eikä renkaan reunaa leveysuunnassa.

Standardien ja lakien määrittelemät vaatimukset

FOPS-standardi jossa todetaan että rakenne on tuettava niin että se suojaa kuljettajaa riittävästi putoavilta kappaleilta (puut, kivet, työkalut, ym). ROPS-standardi jossa todetaan että hytin tai hytissä olevan rakenteen täytyy olla riittävän vahva pienentämään todennäköisyyttä että turvavöissä oleva kuljettaja murskautuisi jos kone pyörähtäisi katon kautta ympäri

6 ESISUUNNITTELU

Ohjaamokonseptin suunnittelun aikana erilaisia konseptimalleja syntyi useita. Suunnittelu aloitettiin käyttämällä Siemensin NX-ohjelmistoa, mutta hyvin pian siirryttiin käyttämään SolidWorksia. Tärkeintä suunnittelussa oli pysyä annettujen vaatimusten puitteissa, sekä valita jokin tietty kehityssuunta ohjaamokonseptille.

Konseptimallien vahvuudet ja heikkoudet eroteltiin, ja niitä verrattiin keskenään ennen tiettyyn malliin päätymistä. Valittua mallia lähdettiin jatkokehittämään, ja kun tietty piste mallikehityksessä oli saavutettu, tehtiin mallille vielä FEM-analyysit. FEM-analyysien tuloksena saatiin teoreettiset tiedot mallin kestävydestä.

7 LOPUKSI

Opinnäytetyön tarkoituksena oli ideoida, ja konseptoida ohjaamo Sandvikin kaivoslas-taimiin. Merkittävin osa työssä oli ideoida uudenlainen ratkaisu, jota ei ollut aikaisemmin toteutettu, ja jotta sen pohjalta olisi tulevaisuudessa mahdollisuus lähteä kehittämään tuotantoon asti menevää ohjaamo. Konseptista luotiin 3D-malli, kartoitettiin mahdolliset tarvittavat osto-osat ja tehtiin alustavat FEM-laskut.

Työ eteni suurimmilta osiltaan aikataulun mukaisesti. Suurimmat hidasteet tulivat 3D-malleja tehdessä, sillä työmäärä oli suuri ja aikataulu tiukka.

Lopputuloksena asiakas sai valmiin ohjaamokonseptin, jota voidaan käyttää tulevaisuu-dessa suunniteltavissa ohjaamoratkaisuissa, sekä tärkeää tutkimustietoa ongelmista joita tämältyyppisessä ohjaamorakenteessa voi ilmetä.

LÄHTEET

Sandvik Group 2019a. Viitattu 11.4.2019

<https://www.home.sandvik/en/about-us/our-company/>

Solidworks 2019. Viitattu 11.4.2019

<https://www.solidworks.com/product/solidworks-3d-cad>

Siemens NX 2019. Viitattu 11.4.2019

<https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/products/mechanical-design/2d-and-3d-cad-modeling.html>

Siemens Teamcenter 2019. Viitattu 11.4.2019

<https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/products/teamcenter/#lightview-close>

Sandvik Group 2019b. Viitattu 11.4.2019

<https://mining.dev.ibp.sandvik.com/en/products/equipment/underground-loading-and-hauling/underground-lhds/lh514>

Geologian tutkimuskeskus 2019. Kaiva.fi. Viitattu 3.5.2019

<https://kaiva.fi/vastuullinen-toiminta/turvallisuus/>

Kaivosturvallisuusopas 2019. Viitattu 3.5.2019

<https://ttk.fi/files/6409/Kaivosturvallisuusopas.pdf>

ISO 3449 – standardi 2005. Viitattu 3.5.2019

<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:3449:ed-5:v1:en>

ISO 3471 – standardi 2008. Viitattu 3.5.2019

<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:3471:ed-4:v1:en>

Manninen , L. 2009. Palveluyritykselle soveltuva tuotekehitysmalli. Lahden ammattikorkeakoulu

