

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Modernit tuotantojärjestelmät
Henri Lod

Opinnäytetyö

Kallionporauslaitteen kokoonpanon standardointi

Työn ohjaaja Lehtori Arto Jokihaara
Työn tilaaja Sandvik Mining and Construction Oy,
valvojana tuotannon kehityspäällikkö DI Jani Berkovits
Tampere 3/2010

Henri Lod
Opinnäytetyö
Työnohjaaja
Työn tilaaja

Kallionporauslaitteen kokoonpanon standardointi
30 sivua, 4 liitettä
Lehtori Arto Jokihara
Sandvik Mining and Construction Oy,
valvojana DI Jani Berkovits

Maaliskuu 2010

TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö tehtiin Sandvik Mining and Construction Oy:n tuotannonkehitysorganisaation toimeksiantona Tampereen tehtaan Underground-tuotantoon. Työn tavoitteena oli standardoida Sandvik DD420-kallionporauslaitteen kokoonpano.

Työn tuloksena syntyi Assembly SOP DD420 -työohje, jossa määritellään laitteen kokoonpanoprosessi vaihe kerrallaan. Ohjeessa kiinnitettiin huomiota erityisesti kokoonpanon työjärjestykseen, työmenetelmiin ja työturvallisuuteen. SOP-ohjeistuksella tavoitellaan tulevaisuudessa tuottavuuden kasvua ja tuotteiden laadun paranemista. Ohjeistusta tullaan jatkossa hyödyntämään myös oleellisena osana uusien työntekijöiden kouluttamista.

Työn edetessä havaittiin potentiaalisia kehityskohteita SOP-ohjeistuksessa sekä itse kokoonpanoprosessissa. Nämä havainnot kirjattiin työn loppuun jatkokehitysehdotuksia kappaleeseen.

Osa opinnäytetyöstä on luottamuksellista. Nämä osiot on poistettu työn julkisesta versiosta.

TAMPERE POLYTECHNIC
Mechanical and Production Engineering
Modern production systems

Henri Lod
Engineering Thesis
Thesis Supervisor
Commissioning Company

Rock Drilling Rig Assembly Standardization
30 pages, 4 appendices
Lecturer Arto Jokihara
Sandvik Mining and Construction Corp.
Supervisor: Jani Berkovits (MSc)

May 2010

ABSTRACT

This engineering thesis was made for Sandvik Mining and Construction Corp. It was ordered by Underground drilling rigs production development division. The main goal was to standardize assembly procedures for Sandvik DD420 rock drilling rig.

Result of this study was Assembly SOP (Standard Operating Procedure) for Sandvik DD420 rock drilling rig. It defines final assembly process step by step. Assembly SOP specifies work order, working methods and work safety.

During the study many targets for development were noticed. These development proposals were written down in the final part of this engineering thesis.

Part of the material in this thesis is confidential. These sections are removed from the public version of the thesis.

Keywords SOP, assembly instruction, standardization

ALKUSANAT

Aloitin konetekniikan opintoni Tampereen ammattikorkeakoulussa vuonna 2005, heti lukion jälkeen. Viimeisen viiden vuoden ajanjaksoon on mahtunut koulun lisäksi armeijan suorittaminen, vaihto-opiskelu ulkomailla sekä työharjoittelut Sandvikin Underground-laitteiden tuotannossa. Työskennellessäni kesäisin harjoittelijana Sandvikilla käytännön konetekniikan osaamiseni on karttunut kilpaa koulun teoriaopintojen kanssa. Tästä kiitos Ville Kulmalalle, joka valitsi minut monien hakijoiden joukosta vaativaan maanalaisten kallionporauslaitteiden loppukokoonpanoon harjoittelijaksi keväällä 2007. Sandvik on kyennyt tarjoamaan työurallani jatkuvasti uusia haasteita, viimeisimpänä opinnäytetyön suorittamismahdollisuus tuotannon kehitysorganisaation alaisuudessa.

Haluan kiittää opinnäytetyöni valvojaa tuotannon kehityspäällikkö Jani Berkovitsia, tuotannon kehitysinsinööri Stina Pelkosta ja tuotantoteknikko Jouni Santamäkeä asiantuntevasta ohjauksesta ja neuvoista. Kiitos myös tuotannon työnjohtajille, erityisesti Kimmo Pekkalalle, joka antoi arvokkaita näkemyksiä työn edetessä. Lisäksi haluan kiittää MP3-konttorin henkilöstöä virikkeellisistä keskusteluista työn ohessa. Kiitos myös kaikille mainitsematta jääneille UG-tuotannon loppukokoonpanon koneenasentajille, joita ilman tämän opinnäytetyön tekeminen ei olisi ollut mahdollista.

Viimeisenä ja tärkeimpänä haluan kiittää perhettäni tuesta ja kannustamisesta koko opiskeluaikani.

Tampereella 11.3.2010

Henri Lod

Sammonkatu 33 B 34

33540 Tampere

Puh. (+358)405420666

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
ALKUSANAT	4
1 Johdanto	7
1.1 Yritysesittely	7
1.2 Työn taustaa	9
1.3 Työn tavoitteet	10
2 Sandvik DD420-poralaitteen kokoonpano	11
2.1 Sandvik DD420-60C	11
2.2 Loppukokoonpano	12
2.3 Loppukokoonpanon ohjeistuksen kehittäminen.....	12
3 Kokoonpanon standardointi	13
3.1 Työohjeet osana standardointia.....	13
3.2 Tuotannon standardointi SMC:n Tampereen tehtaalla	14
3.3 SOPin määritelmä ja käyttö	16
3.4 SOPin laatiminen	16
4 SOP-ohjeiden tekoprosessi	18
4.1 Valmistelevat toimenpiteet.....	18
4.2 Ohjemateriaalin kerääminen	18
4.3 Ohjeiden kirjoittaminen	19
4.3.1 Ohjeiden laatimiseen käytetyt työkalut.....	19
4.3.2 SOP-ohjeen laatimisen haasteet	19
4.4 Ohjeiden tarkastusprosessi	20
4.5 Assembly SOP DD420 laajuus ja sovellettavuus	20
5 Jatkokehitysehdotuksia	21
5.1 SOP-ohjeistuksen kehittäminen	21
5.1.1 Dokumentointivaiheen aikataulutus.....	21
5.1.2 Ohjeiden laatimisessa käytettävien työkalujen kehittäminen	21
5.1.3 Ohjeen sisällön kehittäminen	22

5.2 Loppukokoonpanon kehittäminen.....	23
5.2.1 TOP 10-kehitysprojektit.....	23
5.2.2 Kehitysprojektien mahdolliset tulokset.....	26
5.2.3 Kokoonpanolinjan uudelleen tasapainotus.....	26
6 Yhteenveto	28
LÄHTEET	29
LIITTEET	30

1 Johdanto

1.1 Yritysesittely

Sandvik Group on kansainvälinen korkean teknologian teollisuuskonserni. Sandvik AB perustettiin vuonna 1862 Ruotsin Sandvikiin, ja yhtiö listautui Tukholman pörssiin vuonna 1901. Sandvik työllistää noin 44 000 henkilöä 130 eri maassa ja on yksi Ruotsin suurimpia vientiyrityksiä. Sandvikin liikevaihto vuonna 2009 oli noin 7,1 miljardia euroa.

Sandvikin tuotteita ovat louhinta- ja materiaalinkäsittelylaitteet ja niihin liittyvät palvelut, työkalut metallintyöstöön, ruostumattomat materiaalit, erikoismetalliseokset ja prosessijärjestelmät. Sandvikin tuotteet ovat markkinajohtajia omissa tuotekategorioissaan. Sandvik jakaantuu kolmeen eri liiketoiminta-alueeseen kuvion 1 mukaisesti.



Kuvio 1 Sandvikin liiketoiminta-alueet (Sandvik Intranet)

Sandvik Groupiin kuuluva Sandvik Mining and Construction (SMC) on maailman johtava kaivos- ja rakennusteollisuuden louhinta- ja materiaalinkäsittelylaitteiden, porakaluston ja niihin liittyvien palveluiden tuottaja. Vuonna 2009 Sandvik Mining and Constructionin palveluksessa oli 14 400 henkilöä ja sen liikevaihto oli 3,2 miljardia euroa. Sandvik Mining and Constructionilla on tuotantoyksiköitä Suomessa Tampereella, Turussa ja Lahdessa.

Tampereen Myllypurossa sijaitseva silloisen Tamrockin tehdas valmistui vuonna 1972 ja työllistää nykyisin noin 900 henkilöä. Sandvik-konserni osti enemmistön Tamrockin osakeista vuonna 1997 ja seuraavana vuonna sulautti Tamrockin osaksi Sandvik Mining and Constructionia. Tamrock-nimen käyttö tuotteissa lopetettiin vuonna 2006.



Kuvio 2 Sandvikin Tampereen tehdas (Sandvik MediaBase)

Tampereen tehtaalla suunnitellaan, kehitetään ja valmistetaan maanalaisia ja maanpäällisiä porauslaitteita. Maanalaiset Underground-laitteet voidaan jakaa toimintojensa mukaan tunneli-, pitkäreikä- ja peränporauslaitteisiin sekä pultituslaitteisiin. /9/



Kuvio 3 Sandvik DT820 -tunnelinporauslaite (Sandvik MediaBase)

1.2 Työn taustaa

Tämä opinnäytetyö käynnistettiin Sandvik Mining and Constructionin UG-laitteiden tuotannonkehitysyksikön tilauksesta. Työ tehtiin Tampereen tehtaalle UG-tuotannon loppukoonpanoon. Sandvik Mining and Constructionin pitkän tähtäimen tavoitteena on tuottaa tämänkin työn tuloksena syntyvä SOP-kokoonpano-ohjeistus kaikille valmistettaville tuotteille.

1.3 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena oli laatia SOP-ohjeistus Sandvik DD420 -poralaitteelle standardoimaan ja yhtenäistämään kokoonpanon työmenetelmiä. Tällä tavoitellaan tuottavuuden kasvua sekä tuotteiden laadun ja työturvallisuuden paranemista. Työn tuloksena syntyvän SOP-ohjeistuksen avulla myös uusien työntekijöiden perehdyttäminen on nopeampaa.

2 Sandvik DD420 -poralaitteen kokoonpano

2.1 Sandvik DD420-60C

Sandvik DD -laitesarjan tuotekategoriaan kuuluu kallionporauslaitteita matalista ja kapeista 1-puomisista laitteista aina isoihin 3-puomisiin tunnelinporauslaitteisiin asti. Sandvik DD -laitesarja on tunnettu soveltuvuudestaan rankkoihin käyttöolosuhteisiin ja osoittautunut erittäin luotettavaksi ja tuottavaksi kallionporauslaitteeksi. Sandvikin tuotteita käyttävät tunneli- ja kaivosurakoitsijat ympäri maailman.

SOP-ohjeen laatimiseksi seurattiin tuotannossa kolmen identtisen kallionporauslaitteen valmistumista. Dokumentoitavat laitteet olivat mallia Sandvik DD420-60C. Kyseinen malli on 2-puominen ohjaamolla varustettu sähköhydraulinen kallionporauslaite. Se kykenee poraamaan pinta-alaltaan 8 - 60 m² poikkileikkauksiin ja on ollut viime vuosina yleisimpiä tuotantolinjalla valmistettuja laitteita.



Kuvio 4 Sandvik DD420-60C (Sandvik Technical Specification)

2.2 Loppukokoonpano

Laitteiden loppukokoonpano tapahtuu normaalisti seitsemänasemaisella tuotantolinjalla ja loppuvarustelupaikassa (liite 1). Laite kokoonpannaan liikuteltavan paineilma-alustan päällä ja sitä siirretään työvaiheiden edetessä kokoonpanoasemalta seuraavalle. Työnjohtaja määrittelee asentajaryhmän, joka suorittaa monimutkaisen laitteen loppukokoonpanon kaikki työvaiheet alusta loppuun asti. Asentajaryhmän miehitys riippuu tuotannon kuormituksesta ja laitteen toimitusaikataulusta. Kokoonpano tapahtuu mekaniikkakuvien sekä hydraulikka- ja sähkökaavioiden avulla.

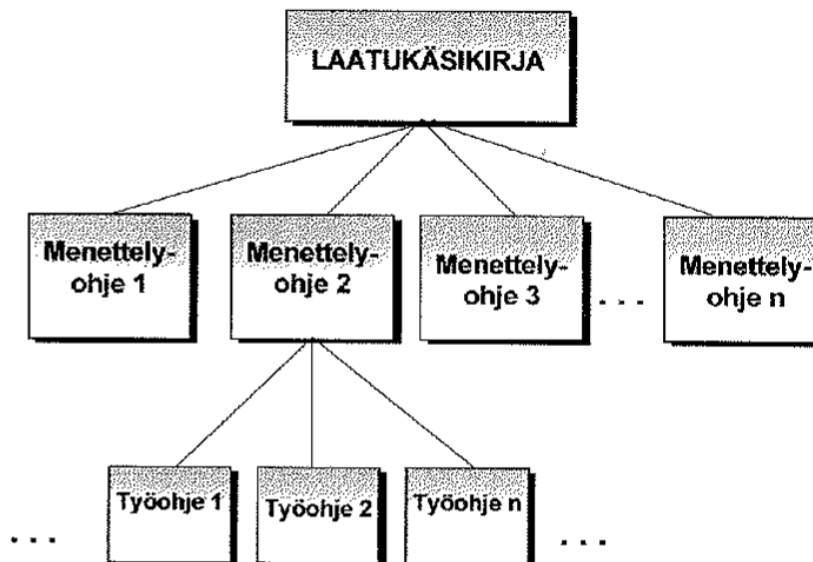
2.3 Loppukokoonpanon ohjeistuksen kehittäminen

Tavoitteena oli kerätä SOP-ohjeeseen kaikki oleellinen tieto kokoonpanokuvien ulkopuolelta. Käytännössä tämä tarkoitti niin sanotun hiljaisen tiedon kirjaamista paperille. Kokoonpanokuvat ovat useilta osin hieman liian suurpiirteisiä, ja osalueteloihin kirjatut ruuvien mitat eivät kaikilta osin pidä paikkaansa useiden suunnittelupäivityksien johdosta. Myöskään työjärjestystä ja käytettäviä työkaluja ei kokoonpanokuvissa määritellä. SOP-ohjeen tavoitteena ei siis ole korvata vanhaa ohjeistusta, vaan olla täydentävänä ohjeena vanhojen ohjeiden rinnalla.

3 Kokoonpanon standardointi

3.1 Työohjeet osana standardointia

Järjestelmäkuvaukset ovat laatu järjestelmän fyysinen osa. Ne voidaan jakaa kuvion 5 mukaisesti. /1, s.107-108/



Kuvio 5 Laatudokumenttien hierarkinen järjestelmä /1, s.107/

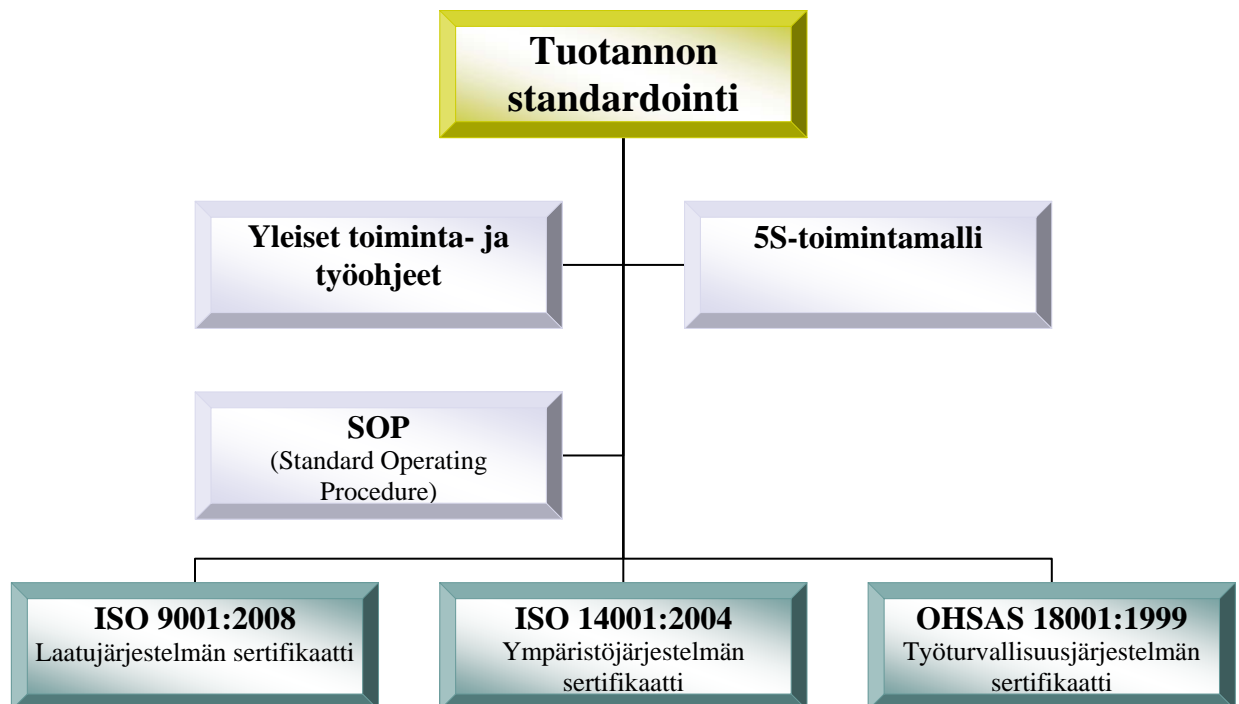
Tuotantomenetelmien ollessa satunnaisia ja määrittelemättömiä niiden kouluttaminen luotettavasti uusille työntekijöille on mahdotonta. Tuotannon standardoiminen työohjeiden avulla vähentää tuotantoprosessin varioituvuutta ja epäjärjestystä sekä vähentää tuntuvasti tuotannon laatuvirheitä. /2, s.110-111/

Työohjeiden tarkoituksena on kuvata, kuinka jokin tietty työtehtävä tehdään. Ne ovat laatu- järjestelmän yksityiskohtaisimpia dokumentteja. Tavoitteen mukaan voidaan työtehtävä niissä opastaa yleisluontoisesti tai erittäin tarkasti, askel askeleelta. Työohjeet määrittelevät siis turvallisimman ja helpoimman tavan työtehtävän suorittamiseksi.

/1, s.109/

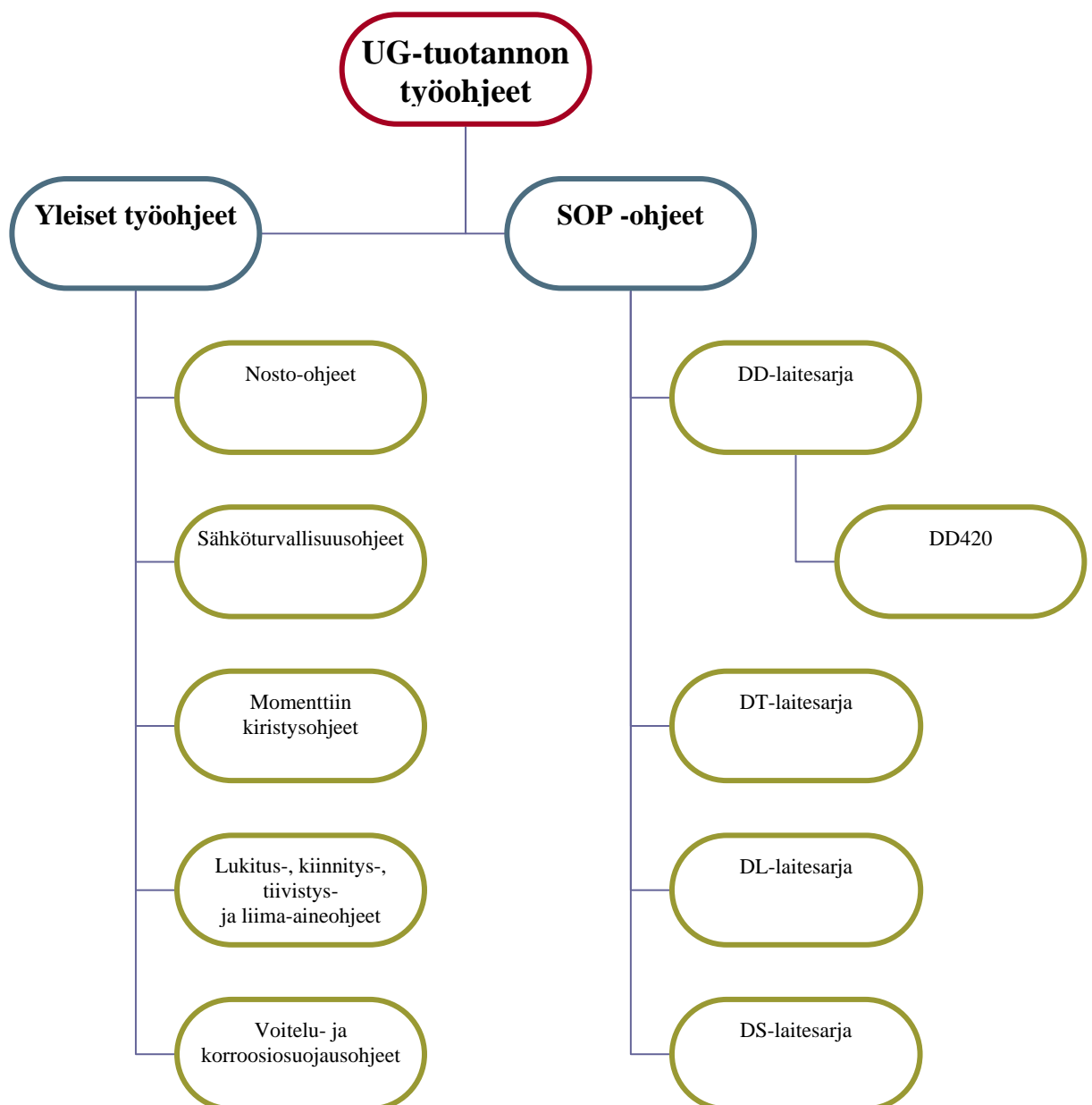
3.2 Tuotannon standardointi SMC:n Tampereen tehtaalla

SMC:n Tampereen tehtaalla tuotannon standardoimiseksi on otettu käyttöön useita laatu- järjestelmiä. Tehtaan kokoonpanopaikoissa on käytössä 5S-toimintamalli, jonka tarkoituksena on ylläpitää siisteyttä, järjestystä ja työturvallisuutta. Ulkopuolisen tahon toimesta on lisäksi suoritettu tehtaan toimintojen laatu-, ympäristö ja työturvallisuussertifiointi. Nyt SMC- konserni on päättänyt tuoda SOP-ohjeistuksen standardoimaan tuotteiden valmistusta.



Kuvio 6 SMC:n Tampereen tehtaan tuotannon standardointi

Tampereen tehtaan UG-laitteiden kokoonpanoon on laadittu yleisiä toiminta- ja työohjeita 1970-luvulta lähtien. Vuonna 2008 käynnistettiin projekti, jossa vanhat yleiset työohjeet käydään läpi ja muokataan vastaamaan nykyisiä tuotantovaatimuksia. Ohjeet asetetaan saataville Tampereen tehtaan Intranettiin. SOP-ohjeet puolestaan ovat laitekohtaisia kokoonpano-ohjeita, joita voidaan soveltaa vain kyseiseen laitemalliin. SOP-ohjeissa ei ole tarkoitus toistaa yleisiä työohjeita, vaan niissä kuvataan laitekohtaiset kokoonpanomenetelmät ja viitataan yleisiin työohjeisiin.



Kuvio 7 UG-tuotannon työohjeet

3.3 SOPin määritelmä ja käyttö

Termi SOP tulee sanoista Standard Operating Procedure. SOP on dokumentti, johon on kirjattu prosessin vaiheet ja oikeaoppiset työskentelymenetelmät. SOPissa annettua ohjeistusta tulee noudattaa tarkasti, jolloin päästään haluttuun ja ennalta määriteltyyn lopputulokseen. SOP mahdollistaa prosessin toteuttamisen yhdenmukaisella ja toistettavalla tavalla. SOPia voidaan hyödyntää koulutuksessa, mutta se ei sinällään voi korvata sitä. /10/

SOP ohjeet ovat käytössä laajalti armeijan toiminnoissa, lääketieteellisessä tutkimuksessa ja tietotekniikkateollisuudessa. Näissä käyttökohteissa ohjeistuksella pyritään vähentämään käyttäjän virheistä aiheutuvia mahdollisia vaaratilanteita ja tuotantovirheitä. /11/

3.4 SOPin laatiminen

SOPissa tulee ensimmäisenä määritellä, mihin tarkoitukseen ja kenelle se on laadittu. Ohjeistuksella pyritään standardoimaan ja yhtenäistämään työmenetelmät eri työntekijöiden välillä. SOPissa kuvataan vaiheittain oikeaoppiset työskentelytavat, käytettävät materiaalit ja tarvittavat työkalut. Siinä tulee lisäksi viitata tarvittaviin lisädokumentteihin sekä varoittaa työvaiheen mahdollisista työturvallisuusriskeistä. SOPiin tulee sisällyttää myös dokumentin laatija, tarkastaja ja päivitysluettelo.

Esimerkki SOPin osioinnista:

- käsiteltävä aihe
- tavoite
- materiaali
- työvälineet
- ohjeistus
- turvallisuus
- asiakirjat
- työn kuvaus

Ohjeita dokumentin muotoiluun:

- Säilytä muotoilu ja ulkonäkö samana läpi koko dokumentin, jotta sitä on helppo lukea.
- Kerro käsiteltävä aihe ja tavoite alussa.
- Anna dokumentille kuvaava otsikko ja määrittele dokumentin ID-koodi.
- Jaa työskentelyvaiheet lyhyisiin osioihin ja määrittele ne yksiselitteisillä lauseilla.
- Korosta asioita, joissa työvirheen todennäköisyys on suuri.

/10/

Työohjetta laadittaessa työtehtävä jaetaan osiin ja päätetään, mitkä asiat ovat tärkeitä työtehtävän oikeaoppisen suorittamisen kannalta. Kokoonpanotehtävissä SOPin rakenne tulisi jakaa generisiin eli yleisiin työvaiheisiin ja optioihin eli valinnaisiin työvaiheisiin. Tämä mahdollistaa ohjeen käyttämisen mahdollisimman monen eri tuoterakenteen kanssa.

/2, s.41/

4 SOP-ohjeiden tekoprosessi

4.1 Valmistelevat toimenpiteet

Projektin alussa pyrittiin selvittämään, millä tasolla ohjeistus tulisi tehdä ja mitä kaikkia malleja se voidaan laajentaa koskemaan. Myös laitteen rakenne pilkottiin pienempiin osakokonaisuuksiin, jotta ohjeistuksen jäsentäminen helpottuisi. SMC:n Suomen tuotteista Tampereen tehtaan pintaporauslaitteesta ja Turun tehtaan lastauslaitteesta oli laadittu SOP-ohjeet aikaisemmin. Näihin ohjeisiin perehdyttiin sekä kyseltiin asentajilta mielipiteitä ja muutosehdotuksia ohjeen sisältöön.

4.2 Ohjemateriaalin kerääminen

Seurattavaksi valittiin kolme samanlaisella tuoterakenteella kokoonpantavaa laitetta, jotka chileläinen kaivosyhtiö oli tilannut. Tuotannollisista syistä SOP-ohjeistuksen laatimiseen käytettävien laitteiden loppukokoonpano siirrettiin normaalista tuotantolinjakokoonpanosta viereiseen isojen tunnelinporauslaitteiden kokoonpanohalliin ja toteutettiin paikkakokoonpanona.

Työvaiheiden dokumentoimiseen käytettiin videokameraa, jolla oli tarkoitus ottaa sekä valokuvia että videokuvaa kokoonpanon eri vaiheista. Oman haasteensa asetti asiakastilausten tiukka aikataulu. Tuotantotilanne ei sallinut joustoa, vaan työtä tehtiin asiakastilauksen toimitusajan luomien ehtojen mukaisesti kahdessa vuorossa. Dokumentointi jouduttiin näin ollen suorittamaan pienempinä osakokonaisuuksina.

4.3 Ohjeiden kirjoittaminen

4.3.1 Ohjeiden laatimiseen käytetyt työkalut

Ohjeiden laatimiseen käytettävät ohjelmistot oli määritelty SMC:n toimesta. Ohjeen kirjoittamiseen tuli käyttää Microsoft PowerPoint -esitysohjelmistoa ja videoiden editointiin suositeltiin Adobe Premiere Elements 4.0 -videoeditointiohjelmää. SOP-ohjeen tekemiseen oli SMC:n SOP-työryhmän määrittelemä valmis asettelumalli, johon dokumentoidut tiedot sijoiteltiin (liite 2).

4.3.2 SOP-ohjeen laatimisen haasteet

Työn aikana ilmeni useita haasteita kallionporauslaitteen kokoonpanon ohjeistamisessa. Laitteen monimutkainen tuoterakenne ja suuri optioiden määrä aiheuttavat sen, että yksiselitteisen kokoonpanojärjestyksen määrittelemine on vaikeaa. Asiakas voi tilata laitteen kahdella eri moottorivaihtoehdolla, jolloin moottorin apulaitteiden ja laitteen lisävarusteiden paikat muuttuvat. Tämä aiheutti pohdintaa, kuinka erilaiset variaatiot tuodaan kokoonpano-ohjeen rakenteessa esille.

DD420-kallionporauslaitteen ohjaus on toteutettu sähköhydraulisesti. Tämä tarkoittaa, että laitteessa on satoja metrejä sähkökaapeleita ja hydrauliletkuja. Laitetta suunniteltaessa kokoonpanokuvaan ei kuitenkaan ole piirretty hydraulikkaletkujen eikä sähkökaapeleiden reittejä, joten jää osittain asentajien harkinnan varaan, mitä kautta letkut ja kaapelit reititetään. Siksi on mahdollista valmistaa samalla tuoterakenteella useita toimivia laitteita, jotka eivät kuitenkaan ole yhteneviä. Tämä puolestaan aiheuttaa turhia haasteita laitteen huoltamiselle. SOP-ohjeeseen pyrittiin dokumentoimaan valokuvaamalla sähkökaapeleiden ja hydrauliletkujen reittejä, mutta tämä osoittautui niiden suuren määrän ja pitkien vetomatkojen takia

välillä mahdottomaksi. Tällaisessa tilanteessa hyödynnettiin laitteen kokoonpanosta luotua 3D-animaatiota, johon havainnollistettiin karkealla tasolla letkujen ja kaapeleiden reitit.

4.4 Ohjeiden tarkastusprosessi

Dokumentoitavat laitteet olivat tuotanto-ohjelmassa peräkkäin ja jopa hieman samanaikaisesti, joten ohjeiden täysipainoiseen laatimiseen seurattavien laitteiden välissä ei ollut mahdollisuutta. Joitakin osakokonaisuuksia saatiin kirjoitettua valmiiksi ja ne päästiin tarkastutamaan asentajilla normaalin tuotannon yhteydessä. Suurin osa ohjeista jouduttiin kuitenkin tarkastamaan erillisissä tarkastuskokouksissa. Tarkastusprosessiin valittiin koneenasentajat, joilla oli eniten kokemusta DD420-poralaitteiden kokoonpanosta. Mukana oli lisäksi laatuinsinööri ja tuotantoteknikko. Ohjeiden tarkastamiseen käytettiin kolme useamman tunnin kestänyttä kokousta. Näiden tuloksena löytyneet virheet korjattiin sekä huomiot ja tarkennukset lisättiin ohjeeseen.

4.5 Assembly SOP DD420:n laajuus ja sovellettavuus

Työn tuloksena syntynyt Assembly SOP Sandvik DD420 -ohje käsittelee 2-puomisen ohjaamalla varustetun porauslaitteen perusrakenteen kokoonpanon. Ohjeen tarkempi laajuus selviää liitteestä 3, jossa on punaisella merkitty kohdat joita ohje ei käsittele. SOP DD420-ohjeesta voidaan mahdollisesti joitakin työvaiheita soveltaa suoraan muihin mallisarjoihin. Lähimpänä DD4xx-sarjan kokoluokkaa olevien laitteiden rakenne on hyvin samankaltainen, joten esimerkiksi työvaiheet runkojen yhdistäminen ja puomien asennus voidaan hyödyntää laadittaessa SOP-ohjeita sisarmallisarjoista. Vaiheiden vastaavuus täytyy kuitenkin tutkia kohta kohdalta läpi, ennen kuin ne voidaan kopioida toisen mallisarjan kokoonpano-ohjeeseen.

5 Jatkokehitysehdotuksia

5.1 SOP-ohjeistuksen kehittäminen

5.1.1 Dokumentointivaiheen aikataulus

5.1.2 Ohjeiden laatimisessa käytettävien työkalujen kehittäminen

5.1.3 Ohjeen sisällön kehittäminen

5.2 Loppukokoonpanon kehittäminen

5.2.1 TOP 10 -kehitysprojektit

5.2.2 Kehitysprojektien mahdolliset tulokset

5.2.3 Kokoonpanolinjan uudelleen tasapainotus

6 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia SMC:n ohjeistuksen mukainen SOP-ohje DD420-kallionporauslaitteelle. Ohjemateriaali kerättiin seuraamalla kolmen identtisen laitteen valmistusta normaalin tuotanto-ohjelman puitteissa. Laitteiden kokoonpanoa seurattiin kolmen kuukauden ajan ja ohjemateriaalia työstettiin kaksi kuukautta. Työn lopputuloksena syntyi 461-sivuinen ohjeistus kallionporauslaitteen loppukokoonpanon standardoimiseksi.

Työn aikana heräsi paljon ajatuksia sekä laitteiden kokoonpanon että SOP-ohjeistuksen kehittämiseksi. Ideat kerättiin tämän opinnäytetyön jatkokehitysehdotukset-osioon, ja niitä hyödyntämällä modernin kokoonpanotehtaan tuotantoa voidaan edelleen kehittää.

Opinnäytetyö tarjosi hienon mahdollisuuden saada arvokasta näkemystä raskaan teollisuuden kokoonpanoprosessista sekä kokemusta haastavasta työohjeiden laatimisesta.

LÄHTEET

Painetut lähteet

1. Andersson, Paul H. – Tikka, Heikki, Mittaus- ja laatutekniikat. WSOY. Porvoo 1997. (322s.)
2. Liker, Jeffrey K. – Meier David P, Toyota Talent. McGraw-Hill. New York 2007. (326s.)

Painamattomat lähteet

3. Berkovits, Jani, tuotannon kehityspäällikkö. Keskustelut 9/2009-2/2010. Sandvik Mining and Construction Oy. Tampere.
4. Korva, Timo, automaatioinsinööri. Keskustelut 9/2009-2/2010. Sandvik Mining and Construction Oy. Tampere.
5. Kulmala, Ville, valmistuspäällikkö. Keskustelut 9/2009-2/2010. Sandvik Mining and Construction Oy. Tampere.
6. Pekkala, Kimmo – Järvi, Mauri – Timonen, Ahti, UG-tuotannon työnjohtajat. Keskustelut 9/2009-2/2010. Sandvik Mining and Construction Oy. Tampere.
7. Pelkonen, Stina – Ristamäki Juha, tuotannon kehitysinsinöörit. Keskustelut 9/2009-2/2010. Sandvik Mining and Construction Oy. Tampere.
8. Santamäki, Jouni, tuotantoteknikko. Keskustelut 9/2009-2/2010. Sandvik Mining and Construction Oy. Tampere.

Sähköiset lähteet

9. Sandvik Mining and Construction Intranet [online] [viitattu 9.2.2010].
10. <http://www.standard-operating-procedure.com/> [online] [viitattu 17.1.2010].
11. http://en.wikipedia.org/wiki/Standard_operating_procedure [online] [viitattu 1.2.2010].

LIITTEET

1. Kokoonpanoprosessi Sandvik DD4xx –sarja
2. Sandvik SOP_Template_V.2.01
3. Assembly SOP Sandvik DD420
4. Rinnakkaisvalmistus