



# Letkunipun valmistus ja käyttöönotto Ranger DX poralaitteen loppukokoonpanossa

Otto Koskinen

OPINNÄYTETYÖ  
Maaliskuu 2024

Konetekniikan tutkinto-ohjelma  
Tuotantotekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Konetekniikan tutkinto-ohjelma  
Tuotantotekniikka

KOSKINEN, OTTO:

Letkunipun valmistus ja käyttöönotto Ranger DX -poralaitteen loppukokoonpanossa

Opinnäytetyö 24 sivua, joista liitteitä 0 sivua  
Maaliskuu 2024

---

Opinnäytetyön aiheena oli letkunipun valmistus ja käyttöönotto Ranger DX -poralaitteen loppukokoonpanossa. Opinnäytetyön tilaajana toimi Sandvik Mining and Construction Oy. Teoriapohjana opinnäytetyössä käytettiin kirjallisuuslähteitä ja Sandvikilta saatua tietoa.

Letkunipun valmistuksen ja käyttöönoton tarkoituksena oli minimoida työturvallisuusriskit asennustyössä. Lisäksi valmiin letkunipun käytöllä saataisiin lyhennettyä läpäisyaikaa ja nostettua tuotantotehokkuutta Ranger DX -poralaitteen tuotannossa. Opinnäytetyössä käsiteltiin hydrauliiikan, kokoonpanon sekä työturvallisuuden teoriaa, joka liittyy työn toteutukseen.

Työn aikana saatiin suunniteltua ja tilattua yksi valmisletkunippu Ranger DX poralaitteelle Sandvikin alihankkijalta. Opinnäytetyö täyttää tilaajan ennalta määrittämän tarpeen.

Opinnäytetyön tuloksena tehty letkunippu ja testauksen aikana tehdyt havainnot mahdollistavat valmisletkunipun käyttöönoton tulevaisuudessa, mikäli työn tilaaja kokee sen tarpeelliseksi. Työ tulee jatkumaan yrityksessä opinnäytetyöprosessin jälkeen.

---

Asiasanat: letkunippu, hydrauliiikka, kokoonpano, työturvallisuus

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Mechanical Engineering  
Production Engineering

**KOSKINEN, OTTO:**

Hose Bundle Manufacturing and Commissioning in Ranger DX Drill Rig Final Assembly

Bachelor's thesis 24 pages, appendices 0 pages  
March 2024

---

The purpose of the thesis was the manufacturing and commissioning of a hose bundle in the final assembly of the Ranger DX drilling rig. The thesis was commissioned by Sandvik Mining and Construction and some of the information used in the thesis was gathered from the company's public sources and personnel. The rest of the information used in the thesis was obtained from various written sources.

The purpose of manufacturing and commissioning the hose bundle is to minimize work safety risks during installation work. Using the hose bundle reduces lead time and increases production efficiency in the production of the Ranger DX drilling rig.

The thesis included theory about assembly, hydraulics and work safety. During the thesis, one premade hose bundle was designed and ordered for the Ranger DX. The thesis fulfilled the needs of the company. After the implementation of the hose bundle company will carry on using it.

---

Key words: hose bundle, hydraulics, assembly, work safety

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	5
2	YRITYSESITELY .....	6
	2.1 Sandvikin historia .....	6
	2.2 Liiketoiminta-alueet .....	6
	2.3 Tampereen tehdas .....	8
	2.4 Pintaporolaitteet .....	10
	2.4.1 Ranger DX.....	11
3	TYÖN TEORIA .....	12
	3.1 Hydraulikka .....	12
	3.1.1 Hydraulikkaletkut .....	12
	3.2 Kokoonpano .....	13
	3.2.1 Linjakokoonpano .....	13
	3.2.2 Alihankinnan käyttö kokoonpanossa .....	14
	3.2.3 Läpäisy aika .....	15
	3.3 Työturvallisuus .....	17
4	TYÖN VAIHEET .....	18
	4.1 Lähtötilanne .....	18
	4.2 Letkunipun suunnittelu .....	18
	4.3 Valmistus .....	19
	4.4 Testaus ja käyttöönotto .....	20
5	YHTEENVETO .....	22
6	POHDINTA .....	23
	LÄHTEET .....	24

## 1 JOHDANTO

Kokoonpano on nykyisin oleellinen tapa valmistaa koneita ja laitteita. Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Sandvik Mining and Construction Oy. Opinnäytetyö tehtiin Sandvikin pintaporalaitteita valmistavalle Surface Drilling -yksikölle, joka sijaitsee Tampereella. Opinnäytetyö käsitti valmisletkunipun suunnittelun, testauksen ja mahdollisen käyttöönoton kokoonpanolinjalla.

Työn tavoitteena oli suunnitella valmis letkunippu, jota testattiin tuotannossa tehtävälle laitteelle. Letkunipun käytöllä yritettiin lyhentää Ranger DX pintaporalaitteen läpimenoaikaa tuotannossa ja saada tuotantotehokkuus paremmaksi sekä tehtävä työ turvallisemmaksi.

Työ rajattiin käsittelemään letkunipun valmistusta ja testausta tuotannossa. Mahdollisia työn aikana ilmenneitä kehityskohteita työstetään opinnäytetyön valmistamisen jälkeen.

## 2 YRITYSESITTELY

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Sandvik Mining and Construction Oy. Sandvik on yksi isoimpia kaivos- ja maanrakennusteollisuuden toimijoita maailmanlaajuisesti. (Sandvik n.d.a.)

### 2.1 Sandvikin historia

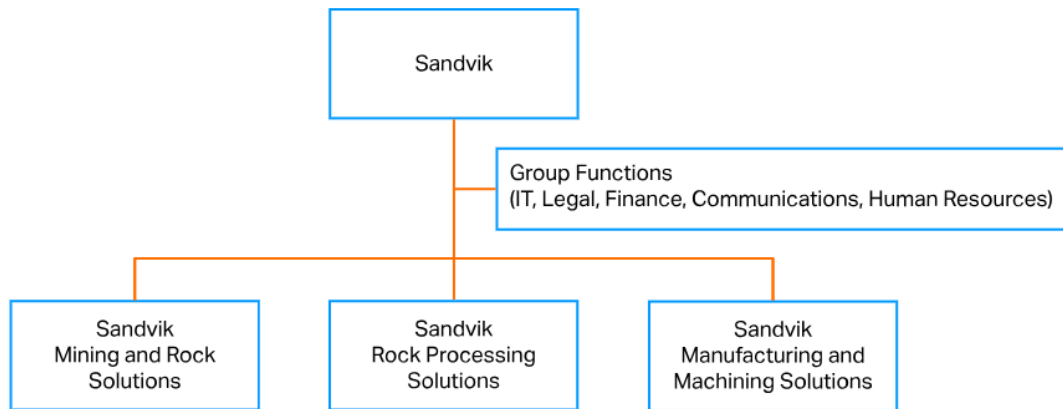
Sandvik perustettiin vuonna 1862 ja sen perustajana toimi Ruotsalainen Göran Fredrik Göransson, joka onnistui ensimmäisenä maailmassa käyttämään Bessemer-menetelmää teräksen teollisessa tuotannossa. Alkuaikoinaan Sandvik keskittyi korkealaatuisen teräksen ja kallion poraukseen tarkoitetun porauskaluston valmistamiseen. Vuonna 1868 yritys tunnettiin nimellä Sandvikens Jernwerks AB. (Sandvik n.d.a.)

Yritys listautui Tukholman pörssiin vuonna 1901, jonka seurauksena tuotevalikoima kasvoi. Sandvik alkoi valmistamaan ruostumatonta terästä ja kovametallia. Uusi aluevaltaus syntyi 1950-luvulla, kun kovametallityökalujen valmistus alkoi Gimossa, Ruotsissa. (Sandvik n.d.a.)

Vuonna 1972 yrityksessä tapahtui muutos, kun sen nimi muutettiin Sandvik AB:ksi. Tämän jälkeen Sandvik AB:n liiketoiminta-alueet hajautettiin eri osiin vuonna 1984. Tänä päivänä Sandvikin palveluksessa työskentelee noin 40 000 työntekijää ja tuotteita myydään yli 150 eri maassa. (Sandvik n.d.a.)

### 2.2 Liiketoiminta-alueet

Sandvik Group on jakanut toimintonsa kolmeen eri liiketoiminta-alueeseen, jotka ovat Sandvik Mining and Rock Solutions (SMR), Sandvik Rock Processing Solutions sekä Sandvik Manufacturing and Machining Solutions. Jokainen liiketoiminta-alue on vastuussa omien tuotteidensa tutkimuksesta, tuotekehityksestä, tuotannosta ja myynnistä. Sandvik Groupin liiketoiminta-alueet on esitetty kuvassa 1. (Sandvik n.d.b.)



KUVA 1. Sandvik Groupin liiketoiminta-alueet. (Sandvik n.d.b.)

Sandvik Mining and Rock Solutions on maailman johtava kaivosteollisuuden laitteita ja palveluita tarjoava toimittaja. Yhtenä päätavoitteista Sandvik pyrkii asiakaslähtöiseen toimintaan valmistamalla turvallisia ja luotettavia tuotteita. Sandvik Mining and Rock Solutions käsittää monta eri divisioonaa, joita ovat:

- Underground Drilling
- Load and Haul
- Surface Drilling
- Rotary Drilling
- Mechanical Cutting
- Rock Tools
- Ground Support
- Digital Mining Technologies
- Parts and Services

(Sandvik n.d.b.)

Vuonna 2022 SMR:n palveluksessa työskenteli 16 206 työntekijää ja sen suurimpia kilpailijoita olivat isot globaalit yritykset kuten Epiroc, Caterpillar ja Komatsu Mining. (Sandvik n.d.b.)

Sandvik Rock Processing Solutions valmistaa laitteita kiven ja mineraalien käsittelyyn. Valmiit laitteet toimitetaan kaivos- ja infrastruktuuriteollisuuden käyttöön. Laitteiden käyttökohteina ovat murskaus, seulonta, louhiminen ja rikkominen. Sandvik Rock Processing Solutions jaetaan neljään eri divisioonaan, joita ovat:

- Stationary Crushing and Screening
- Mobile Crushing and Screening
- Attachment Tools
- Shanbao

(Sandvik n.d.b.)

Vuonna 2022 Sandvik Rock Processing Solutionsin palveluksessa työskenteli 2 919 työntekijää. (Sandvik n.d.b.)

Sandvik Manufacturing and Machining Solutions jaetaan kahteen liiketoiminta-alueeseen, joita ovat Sandvik Manufacturing Solutions ja Sandvik Machining Solutions. Sandvik Machining Solutions tarjoaa ratkaisuja metallin työstöön liittyviin asioihin, kuten työkalujen suunnitteluun ja tuottavuuden parantamiseen. Sandvik Manufacturing Solutions tarjoaa ohjelmistoratkaisuja digitaaliseen valmistukseen. Vuonna 2022 Sandvik Manufacturing and Machining Solutions työllisti 20 802 työntekijää. (Sandvik n.d.b.)

### **2.3 Tampereen tehdas**

Tämä opinnäytetyö on tehty Sandvikin tehtaalle, joka sijaitsee Tampereella Myllypuron alueella. Tampereen tehdas valmistui vuonna 1972, jolloin sen omisti vielä Tamrock. Vuonna 1997 Sandvik osti Tamrockin osakkeet ja Tamrock yhdistettiin osaksi Sandvikia. Sandvikin tehdasalue on esitetty kuvassa 2. (Heikki Harri 2008, 49, 137).





KUVA 2. Tampereen tehdas (Sandvik 2023)

Tampereen tehdas työllistää noin 1500 työntekijää ja tehtaan valmistustoiminnot on jaettu kolmeen osaan: Maanpäällisiin laitteisiin, maanalaisiin laitteisiin ja porakonevalmistukseen. Maanpäällisten ja maanalaisten laitteiden valmistus tapahtuu yhdessä tehdasrakennuksessa kokoonpanolinjoilla ja paikkakokoonpanona. Porakoneiden valmistus toimii erillisessä tehdasrakennuksessa. Laittevalmistuksen lisäksi Tampereen tehtaalla tehdään työtä tuotekehityksen ja markkinoinnin parissa.

Tehtaan alueella sijaitsee kaksi laitteiden testausaluetta. Toinen on tehdasrakennuksen läheisyydessä sijaitseva testikaivos maanalaisia poralaitteita varten ja toinen maanpäällisten laitteiden testaukseen tarkoitettu alue, jossa laitteilla porataan maanpäältä kallioon. Molemmat laiteryhmät testataan ennen niiden toimintaa asiakkaalle.

Tehtaalta valmistuvat laitteet menevät useisiin eri käyttökohteisiin. Maanpäällisiä laitteita käytetään avolouhoksilla ja rakennustyömailla. Maanalaiset laitteet menevät maan alla tapahtuvan kaivostoiminnan käyttöön.

## 2.4 Pintaporalaitteet

Tampereen tehtaan tuotantolinjoilla valmistetaan pintaporalaitteita. Jokaisesta laitteesta on saatavilla eri malleja riippuen esimerkiksi moottorin tyypistä tai asiakkaan haluamista laiteoptioista. Näitä laiteoptioita voi olla esimerkiksi kauko-ohjattu poralaite, jota laitteen käyttäjä ajaa kaukosäätimellä laitteen vierestä. (Sandvik n.d.c)

Pintaporalaitteet jaetaan kahden eri poraustyyppin mukaan joko TH (Top Hammer) tai DTH (Down the Hole) laitteiksi. TH laitteissa porausta kutsutaan iskuporaukseksi. Iskuporauksessa syntyvä energia siirtyy kallioporakoneesta poratankoon, joka tunkeutuu kallioon ja porattava kivi saadaan murskattua. DTH laitteissa porausta kutsutaan uppoporaukseksi. Uppoporauksessa energia siirtyy samalla tavalla kuin iskuporauksessa, mutta itse isku tapahtuu porareiässä. DTH-laitteessa ei ole TH laitteen omaavaa porakonetta vaan niissä on pyörityspää. DTH porauksella päästään isompiin reikäkokoihin kuin TH porauksella. Porausmenetelmät on esitetty kuvassa 3 vasemmalta oikealle. (Hakapää & Lappalainen 2011, 139-140).



KUVA 3. TH ja DTH porausmenetelmät. (Hakapää & Lappalainen 2011, 140).

### 2.4.1 Ranger DX

Ranger DX on Sandvikin valmistama pintaporalaite. Laite käyttää TH (Top Hammer) porausmenetelmää. Tampereen tehtaalla valmistetaan kolmea eri mallista Rangeria, jotka ovat Ranger DX600, Ranger DX700 ja Ranger DX800. Jokaiseen laitemalliin voi valita moottorin Tier 3, Tier 4F sekä Stage V päästöluokituksen mukaan. Lisäksi asiakas voi valita haluamansa optiot laitteeseen. (Sandvik n.d.c.)

Ranger DX pintaporalaitteissa on pyörivä ylävaunu, joka takaa laajan porausalan. Laitteet ovat vakaita ja tarkkoja käyttää vaativissakin olosuhteissa. Tyypillisiä käyttökohteita Ranger DX-sarjan poralaitteille ovat tie- ja rakennustyömaat sekä tuotantoporaukset keskikokoisilla louhoksilla. Kuvassa 4 Ranger DX600 pintaporalaite. (Sandvik n.d.c.)



KUVA 4. Ranger DX600 (Sandvik n.d.c.)

### 3 TYÖN TEORIA

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käytiin läpi keskeisimpiä työhön liittyviä teoreettisia käsitteitä. Nämä käsittivät hydrauliiikan, kokoonpanon sekä työturvallisuuden teoriaa.

#### 3.1 Hydrauliiikka

Hydrauliiikalla tarkoitetaan tehonsiirtojärjestelmää, joka muuntaa järjestelmälle syötettävän mekaanisen tehon hydrauliseksi ja välittää tehon haluttuun kohteeseen muuntamalla sen mekaaniseksi tehoksi valitun sovelluksen käyttöön. Tehon välittävänä aineena toimii hydraulineeste. (Kauranne, Kajaste & Vilenius 2013, 1.)

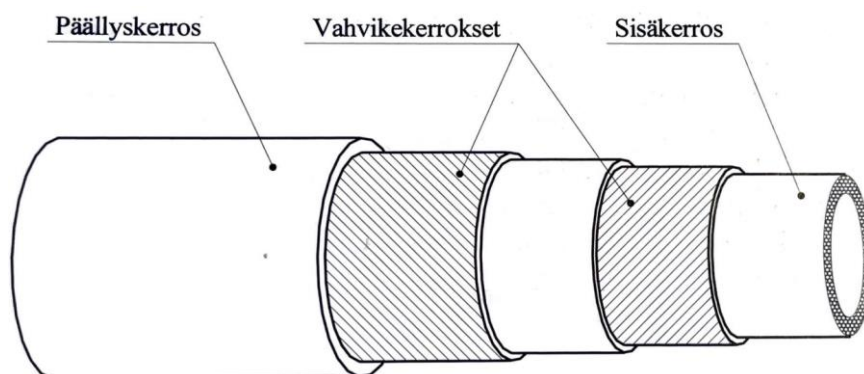
Hydrauliiikan suurena etuna on suunniteltavuus. Kun teho siirretään letkuja pitkin, voi suunnittelu olla vapaampaa. Suunnittelijan ei tarvitse miettiä tarkkaan erillistä tehonsiirtorataa, vaan letkut voi suunnitella menemään sopivaa reittiä pitkin. (Kauranne ym. 2013, 1.)

Hydrauliiikan käyttökohteita on esimerkiksi CNC- työstökoneissa, työkoneissa ja kaivosteollisuudessa. (Kauranne ym. 2013, 1.)

##### 3.1.1 Hydrauliiikkaletkut

Hydrauliiikkaletkut ovat materiaaliltaan synteettistä kumia. Niitä käytetään järjestelmissä missä yhdistetään liikkuvia osia tai laitteissa, joissa putkia ei asennustilan takia voi käyttää. Hydrauliiikkaletkut jaetaan käyttöpainetason mukaan matalapaineletkuihin, keskipaineletkuihin ja korkeapaineletkuihin. (Kauranne, Kajaste & Vilenius 2013, 421.)

Hydrauliiikkaletkun perusrakenteessa on sisäkerros, vahvikekerrokset sekä päällyskerros. Sisäkerroksen pitää olla sellaista materiaalia, joka ei vaurioidu nesteen vaikutuksesta. Kuvassa 5 on esitetty hydrauliiikkaletkun rakenne. (Kauranne ym. 2013, 421.)



KUVA 5. Hydraulikkaletkun rakenne (Kauranne, Kajaste & Vilenius 2013, 421)

## 3.2 Kokoonpano

Kokoonpano on valmistavalla tehtaalla tehtävää työtä, johon sisältyy omassa tehtaassa tai muualla tehtyjen osien liittämistä toisiinsa. Lopputuotteena syntyy valmis tuote tai sen osa. Vielä nykyäänkin suurin osa kokoonpanotyöstä tehdään käsin. Tuotteiden kokoonpanotekniikat vaihtelevat työn ja tuotetyypin mukaan, niin että suurin osa työstä pyritään suorittamaan kokoonpanoa varten suunnitelluilla työpisteillä kunnollisia työvälineitä käyttäen. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 111-112.)

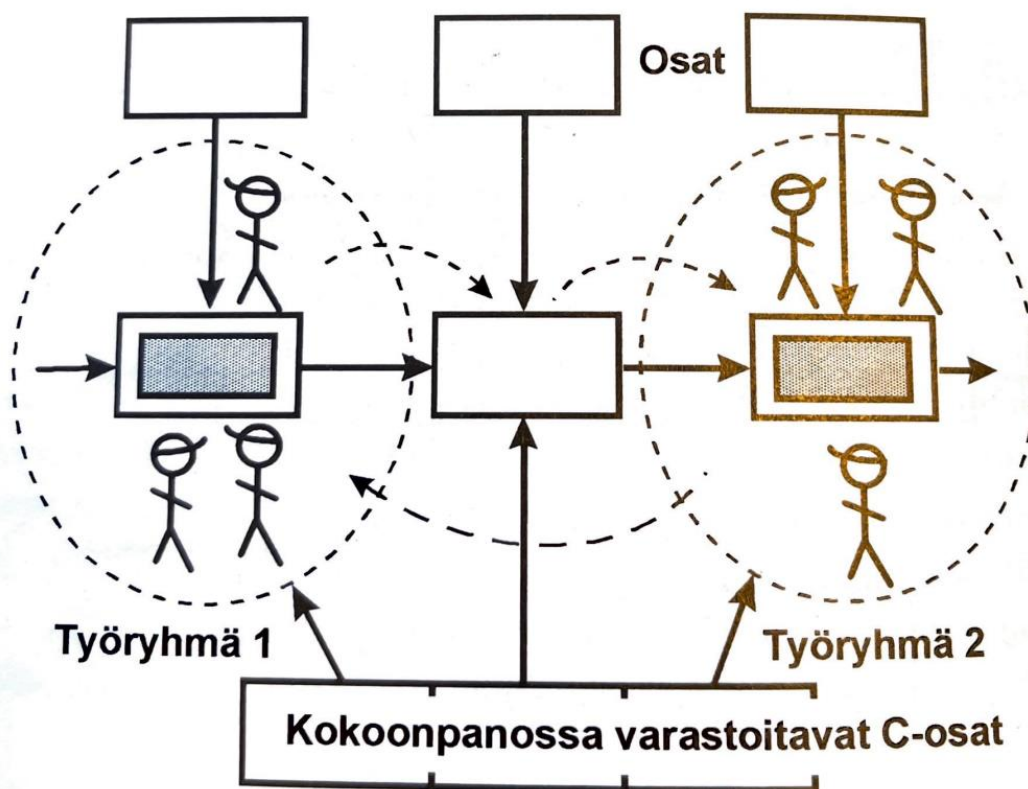
Kokoonpanotyötä tehdessä ei voida välttää kappaleiden siirtoa, käsittelemistä, varastointia, sovittamista ja tarkastuksia. Nämä vaiheet eivät nosta tuotteen arvoa vaan aiheuttavat tuotteen valmistukseen ylimääräisiä kustannuksia. Kustannusten säästöön voidaan vaikuttaa kokoonpanossa tarvittavien tarvikkeiden oikea-aikaisella toimituksella tai varastoinnilla lähelle työpistettä. (Lapinleimu ym. 1997, 111-112.)

### 3.2.1 Linjakokoonpano

Linjakokoonpanolla tarkoitetaan kokoonpanolinjaa, jossa valmistettava tuote jaostuu eteenpäin jokaisella linjan asemalla. Jos linjalla valmistetaan suuria eriä, on kokoonpanolinjalla tehty työ jaettu eri vaiheisiin henkilöstön välillä. Kokoonpanolinjalla tehtävä työ perustuu osien toisiinsa liittämiseen. Linjalle tuodaan osakokoonpanoja, jotka ovat omassa tehtaassa tai alihankkijalla tehtyjä. Näitä osakokoonpanoja liitetään tuotteeseen linjan eri vaiheissa, kunnes tuote on valmis.



Tuotteet, joita tehdään kokoonpanolinjalla voivat olla hyvin erilaisia riippuen tuoterakenteesta ja asiakkaan vaatimuksista. Tuote on valmis, kun kaikkien vaiheiden työt on kuitattu suoritetuksi ja tuote on valmis testaukseen. Kuvassa 6 on kuvattu linjatyyppinen kokoonpanojärjestelmä. (Lapinleimu ym. 1997, 112.)



KUVA 6. Linjatyyppinen kokoonpanojärjestelmä. Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen, 114)

### 3.2.2 Alihankinnan käyttö kokoonpanossa

Tuotantovalmiutta suunniteltaessa kuuluu osatoimittajien käyttö siihen olennaisesti. Ennen alihankintaa käytettiin esimerkiksi kapasiteetin tasaukseen, kun taas nykyään alihankinnalla on suuri merkitys koko tuotantokokonaisuutta ajatellen. Nykyisin parhaat alihankintayritykset toimivat jatkuvassa yhteistyössä osia tilaavan yrityksen kanssa. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 316-317.)

Alihankinnalle asetettavia vaatimuksia, joiden merkitys kasvaa jatkuvasti ovat luotettavuus ja nopeus. Näistä tärkeämpänä voidaan pitää alihankinnan luotettavuutta. Jos alihankkija myöhästyy tavoitellusta toimitusajasta, vaikuttaa se tuo-

tetta valmistavan yrityksen tuotannon ajoitukseen. Yrityksen tarjoamat lyhyet toimitusajat voivat kasvattaa alihankkijayritykseen painetta, koska tällöin alihankkijan on suoriuduttava työstään nopeammin. (Lapinleimu ym. 1997, 316-317.)

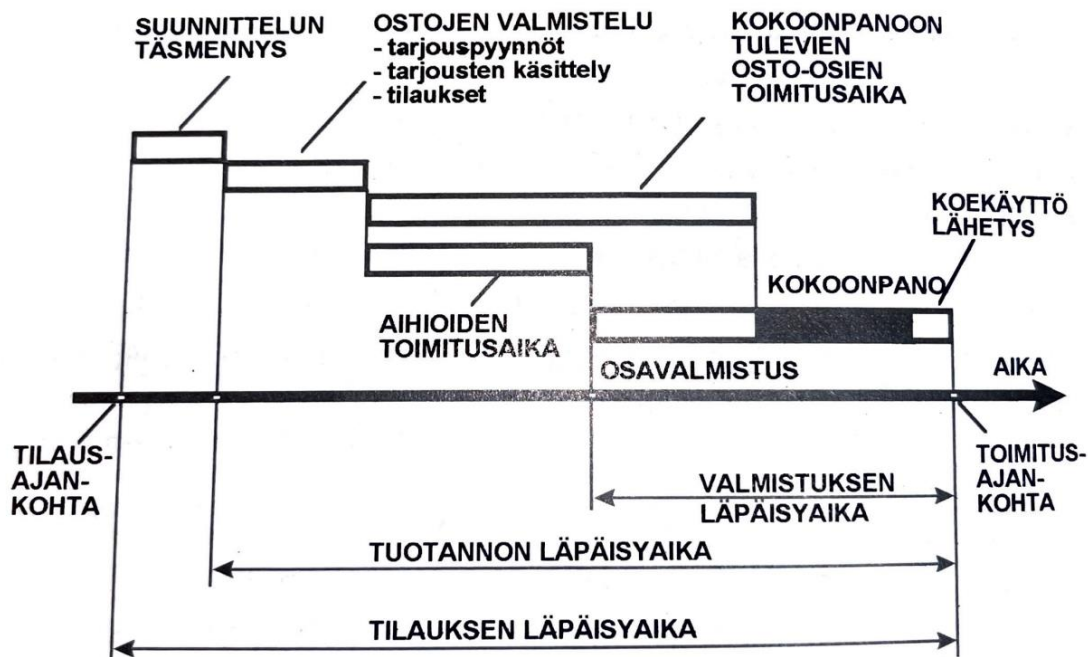
Yrityksen tilatessa alihankinnasta kokonaisia osakokonaisuuksia, puhutaan osahankinnasta. Osahankinnassa alihankkijayritys valmistaa koko osakokonaisuuden sisältäen tarvittavat materiaalihankinnat. Etuna osahankinnan käytössä on se, että tilaavan yrityksen ei tarvitse käyttää niin paljon resursseja tuotannon ohjaukseen ja järjestelytyöhön. (Lapinleimu ym. 1997, 316-317.)

Osakokoonpanoja toimittava alihankkijayritys tekee kokonaisen kokoonpanon, johon sisältyy raaka-aineiden hankinta, osavalmistus, kokoonpanotyö, testaus ja viimeistely. Tämän myötä alihankkijalla täytyy olla monipuolinen tuotannonohjaus, osavalmistus ja ostoresurssit. Osakokoonpanoja tilaava yritys käyttää tilattuja kokoonpanoja suoraan oman tehtaan loppukokoonpanossa ja näin selkeyttää omaa toimintaansa. (Lapinleimu ym. 1997, 316-317.)

### **3.2.3 Läpäisy aika**

Läpäisyajalla tarkoitetaan aikaa, joka kuluu toimintakokonaisuuden alkamisesta sen päättymiseen. Läpäisy aika on yksi tuotannon tehokkuuden tärkeimpiä mittareita ja sitä voidaan käyttää erilaisissa kokonaisuuksissa, kuten osavalmistuksessa tai kokoonpanossa. Läpäisy aika tarkoittaa samaa kuin teollisuudessa usein käytettävä läpimeno aika. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 53-54.)

Tilauksesta puhuttaessa läpäisyajan määrittää oman valmistuksen läpäisy aika ja materiaalihankintoihin kuluva aika. Tuotteen tilauksen läpäisy aikaan vaikuttaa myös suunnittelun ajantasaisuus tilauksen saapuessa. Pahimmillaan suunnitteluun kuluu merkittävästi turhaa aikaa, joka vaikuttaa läpäisyajan muodostumiseen. Kuvassa 7 on esitetty tilauksen läpivientiin liittyvät päätoiminnot. (Lapinleimu ym. 1997, 53-54.)



KUVA 7. Tilauksen läpivientiin liittyvät päätoiminnot ja niiden läpäisyajat. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen, 54)

Yrityksessä lyhyt läpäisy aika on usein merkki toiminnaltaan hyvästä, joustavasta ja tehokkaasta tuotannosta. Lyhyt läpäisy aika tarjoaa yritykselle mahdollisuuden tuotteen lyhyisiin toimitusaikoihin ja antaa pelivaraa tuotannon ajoitukseen. Lopukokoonpanon läpäisy aika saadaan lyhyemmäksi käyttämällä osakokoonpanoja tuotteen valmistuksessa ja hoitamalla materiaalihankinnat oikeassa ajassa. (Lapinleimu ym. 1997, 55.)

Kun tuotteita valmistetaan vain asiakkaan tilauksesta, puhutaan asiakasohjautuvasta tuotannosta, tällöin valmistuksen läpäisy aika pitää saada toimitusaikaa pienemmäksi. Jos läpäisy aika ja toimitusaika on yhtä suuret, vaihtelee tehtaan kuormitus myynnin mukaan ja tulos kärsii. (Lapinleimu ym. 1997, 55.)

Kun valmistuksessa saavutetaan lyhyt läpäisy aika tarkoittaa se sitä, että tilauksia tehdään peräkkäin ja vähemmän rinnakkain, kuin pitkän valmistusajan tuotteissa. Tällä saavutetaan vähemmän keskeneräistä tuotantoa, helpompi työnjärjestely ja pienempi tuotantoon sidottu pääoma. (Lapinleimu ym. 1997, 55.)



### 3.3 Työturvallisuus

Työnantajan velvollisuuksiin kuuluu huolehtia työolojen turvallisuudesta, työympäristöstä sekä terveellisyydestä. Huomioon otettavia asioita ovat erilaiset työskentelyyn vaikuttavat ominaisuudet ja työntekijän edellytykset työtehtävää ajatellen. Työnantaja laatii ohjeistuksen jokaiseen työtehtävään, jota työntekijä noudattaa ollen huolellinen ja varovainen tehtävää suorittaessa. Jos työntekijä havaitsee työhön liittyviä vikoja ja puutteita, kuuluu niistä ilmoittaa ja korjata tietyin edellytyksin. (Reino Kanerva 2008, 6-7.)

Jatkuvalla seurannalla ja omalla aloitteellisuudella varmistetaan työympäristön turvallisuuden kehittäminen ja ylläpito. Kun suunnitellaan uusia turvallisuusratkaisuja, on hyvä ottaa huomioon eri työntekijöiden ja toimijoiden kokemukset ja mielipiteet. Työnantajalle kuuluu myös häiriö- ja vaaratilanne ilmoitusten seuraaminen, joka antaa arvokasta tietoa korjausta vaativista työtehtävistä. (Reino Kanerva 2008, 6-7.)

Hyvän työnteon määritelmään kuuluu, että työnteko ei ole liian raskasta henkisesti eikä ruumiillisesti. Tämän seurauksena työn sujumuuden ja kuormituksen pitäisi olla keskenään tasapainossa. (Reino Kanerva 2008, 6-7.)

Mahdollisiin vahinkoihin ja vaaratilanteisiin valmistuminen kuuluu osaksi työturvallista toimintaa. Mahdollisen vahingon sattuessa toiminnan pitää olla tehokasta, mutta pitää myös osata toimia oikein. Oikeanlaista toimintaa harjoitellaan erilaisissa vaara- ja evakuointitilanteissa. (Reino Kanerva 2008, 6-7.)

## 4 TYÖN VAIHEET

Opinnäytetyön työvaiheet pitävät sisällään lähtötilanteen, suunnittelun, valmistuksen, testauksen ja käyttöönoton. Tarkoituksena on esitellä koko työosuus alusta loppuun. Työn yksityiskohtia ja työmenetelmiä ei esitetä salassapitovelvoitteen vuoksi.

### 4.1 Lähtötilanne

Tämä opinnäytetyö on tehty tarpeesta saada Ranger DX pintaporalaitteen läpäisy aika lyhyemmäksi loppukokoonpanossa. Lisäksi työ halutaan saada nykyistä työvaihetta turvallisemmaksi.

Työ alkoi aloituspalaverilla, jossa sovittiin opinnäytetyön tekemisestä ja sen vaiheista opinnäytetyön tilaajan kanssa. Työn kokonaisuuden ymmärtämiseksi sovittiin tietty aika, jolloin tehtävää työvaihetta seurattiin vaiheen alusta sen loppuun. Työvaihe sisältää letkunipun tekemisen yksi letku kerrallaan. Seuraamisen aikana esille nousi mahdolliset työturvallisuusriskit, kuten työvaiheen aikana korkealla työskentely. Selville saatiin myös letkunipun asennusvaiheen haasteet ja ongelmat.

### 4.2 Letkunipun suunnittelu

Tässä opinnäytetyössä letkunipulla tarkoitetaan hydraulikkaletkuista tehtyä yhtenäistä nippua, joka kulkee Ranger DX pintaporalaitteen tyvipuomilta laitteen ohjausyksikölle.

Letkunippu alkaa läpivientilevyltä ja menee laitteen ohjausyksikköä kohti niin, että letkut on sidottu yhtenäiseksi nipuksi irtoremmeillä. Letkunippu on valmis, kun kaikki laitteella tarvittavat hydraulikkaletkut ovat sen sisällä ja sen päälle on asennettu suoja- ja spiraali.

Letkunipun suunnittelu aloitettiin laitemallin rakenteen läpikäymisellä hyödyntäen Siemensin Teamcenter ohjelmaa. Teamcenteristä nähtiin suunnitteluvaiheessa

tarvittavat mahdolliset työkuvat ja piirustukset. Rakenteelta kävi ilmi laitteelle tilattavat hydraulikkaletkut ja erilaiset optiot, jotka vaikuttivat letkunipun valmistettavuuteen.

Suunnittelun kokonaisuuden hahmottamiseen kuului työtä tekevien asentajien haastattelemine. Haastattelun tarkoituksena oli selvittää mahdolliset nykyisen työvaiheen epäkohdat ja vaikeudet letkuja asennettaessa. Tärkeäksi asiaksi muodostui monen eri asentajan haastattelu yhtenäisen mielipiteen saamiseksi. Haastattelun pohjana käytettiin aikeisemmin kerättyä tietoa työvaiheesta. Nämä tiedot oli kerätty valmiiksi Sandvik Mining and Constructionin laadunohjauksen toimesta ja niitä hyödyntämällä saatiin arvokasta tietoa letkunipun suunnitteluun.

Osana suunnittelua laadittiin taulukko hyödyntämällä Microsoft Excel-tilukko-ohjelmaa. Taulukko sisälsi viisi välilehteä, joista kävi ilmi kaikki hydraulikkaletkut ja optiot Ranger DX poralaitteelle. Taulukkoon kirjattiin jokaisen letkun nimi, letkusetin koodi, letkun koodi, letkun pituus ja letkun tiedot.

Suunnittelun tärkein vaihe oli alihankkijan suunnittelijan kutsumine Sandvikin tehtaalle, koska valmisletkunippu tilataan alihankkijalta. Valmisnippu tilataan alihankkijalta, koska haluttiin lyhentää Ranger DX poralaitteen läpäisyäikää. Suunnittelija mitoitti yhdelle Ranger DX poralaitteelle valmiiksi tehdyn letkunipun. Mitoituksen tarkoituksena oli, että alihankkijayritys pystyy tekemään saman mallisen letkunipun kuin tähänkin asti oli tehty. Tärkeäksi asiaksi muodostui ennen vierailua tehty pohjatyö letkumittojen ja asentajien haastattelun osalta. Näiden tietojen avulla alihankkijan suunnittelija pystyi luomaan valmisnippua varten jigini. Jigillä tarkoitetaan muottia, jonka avulla valmisnippu pystytään tekemään aina samanlaiseksi, vaikka nippuja tilattaisiin useita eri optioita omaaville laitteille. Jigiä käyttämällä varmistetaan, että valmisnippu pysyy oikeassa muodossa kuljetuksen aikana, jonka avulla valmisnipun asentaminen helpottuu huomattavasti lopukokoonpanossa.

### **4.3 Valmistus**

Letkunippu valmistetaan yrityksessä, joka toimii Sandvikin alihankkijana. Suunnittelun pohjalta alihankkijayritys pystyy valmistamaan valmisletkunippuja Ranger DX poralaitteelle Sandvikin tilauksesta.

Ensimmäinen tilattu valmisletkunippu toteutettiin tuotannossa olevalle Ranger DX poralaitteelle. Kun ensimmäinen valmisnipun tilaus toteutettiin, piti se sisällään laitteelle tarvittavat hydraulikkaletkut ja kaikki optiot huolimatta siitä tuliko optioita laitteeseen. Tällä tavoin pystyttiin varmistumaan siitä, että valmisnipussa on kaikki tarvittavat letkut. Lisäksi ennen tilauksen tekemistä letkumitat ja oikeat letkut tarkastettiin sekä mekaanikkojen että Sandvikin laadunohjauksen toimesta.

#### **4.4 Testaus ja käyttöönotto**

Letkunipun testausvaihe piti sisällään tehtaalle tilatun ensimmäisen prototyypin tarkastamisen, letkunipun testauksen tuotantolaitteelle ja testauksen tuloksien raportoinnin.

Testaus aloitettiin tarkastamalla tehtaalle tilattu ensimmäinen prototyyppi. Tarkistuksessa katsottiin, että valmisnipussa oli kaikki Ranger DX poralaitteelle tarvittavat hydraulikkaletkut. Tarkastus tehtiin, jotta letkunipun asennusvaiheessa tuotantolinjalla ei ilmenisi ongelmia.

Letkunipun testaus tuotantolaitteelle aloitettiin, kun Ranger DX poralaitte oli edennyt tuotantolinjalla letkunipun asennusvaiheelle. Asennusvaiheessa kerättiin tietoa vaiheen alkamisesta sen loppumiseen. Kerätyt tiedot raportoitiin Sandvikin laadunohjaukseen jatkossa tapahtuvaa kehitystyötä varten.

Vaikka kyseessä oli ensimmäinen kerta, kun letkunippua testattiin Ranger DX poralaitteelle, onnistui letkunipun testaus ilman suurempia ongelmia. Asennusvaiheessa esiin nousi letkunipun nostamisen riskienarvioinnin suunnittelu, jota tullaan työstämään opinnäytetyöprosessin jälkeen. Lisäksi hydraulikkaletkujen pituuksissa oli parantamisen varaa seuraavaa letkunippua ajatellen. Tärkeimpänä parannuksena käytössä olevaan työvaiheeseen verrattuna oli se, että asentajien ei tarvitse työskennellä enää korkealla.

Testausvaiheessa kerätyn tiedon perusteella letkunipun käyttöönotto olisi mahdollista toteuttaa Sandvikin tuotannossa. Kuitenkin letkunipun käyttöönotto edellyttää, että letkunippua testataan vielä useammalla poralaitteelle opinnäytetyöprosessin jälkeen. Testauksien tarkoituksena on kerätä lisää tietoa letkunipun asennusprosessista ja näin ollen helpottaa letkunipun käyttöönottoa Sandvikin tuotannossa.

## 5 YHTEENVETO

Yhteenvetona voidaan todeta letkunipun valmistuksen onnistuneen hyvin. Työn aikana tärkeäksi asiaksi muodostui Sandvikilta kerätty aikaisempi työkokemus ja laadunohjauksen antama tuki ongelmatilanteissa.

Opinnäytetyön suurimpana työvaiheena oli tiedonkerääminen letkunipun suunnittelua varten. Tiedonkeruu tehtiin yhteistyössä Sandvikin laadunohjauksen, mekaanikkojen ja työnjohdon kanssa. Tiedonkeruu kesti koko opinnäytetyöprosessin ajan ja jatkuu vielä opinnäytetyön valmistumisen jälkeen.

## 6 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli letkunipun valmistus ja käyttöönotto Ranger DX poralaitteen loppukokoonpanossa. Idea työlle saatiin Sandvikilta kesän 2023 aikana. Työn aloitukseen haettiin tietoa seuraamalla tuotantolinjalla tehtävää työtä letkunipun asennusvaiheessa.

Ranger DX poralaitteen valmisletkunippu on monimutkainen kokonaisuus, jossa jokainen työn vaihe pitää olla tarkoin suunniteltu työn onnistumiseksi. Tässä opinnäytetyössä käytettiin rajausta, joka koski letkunipun valmistusta ja testausta. Työn aikana ilmenneet kehityskohteet raportoitiin Sandvikille ja niitä työstetään työn valmistumisen jälkeen.

Lopuksi tarkasteltuna opinnäytetyö onnistui työn aloituksessa laadittujen tavoitteiden mukaisesti.

## LÄHTEET

Hakapää, A., Lappalainen, P. Kaivos- ja louhintatekniikka. 2011. 2. painos. Helsinki: Opetushallitus.

Harri, H. 2008. Tamrock through the rock. Tampere: Sandvik Mining and Construction Oy.

Kanerva, R. 2008. Työ turvalliseksi. Työpaikan hyvät työturvallisuuskäytännöt. Helsinki: Edita Publishing Oy.

Kauranne, H., Kajaste, J & Vilenius, M. 2013. Hydraulitekniikka. 2. uud. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Lapinleimu, I., Kauppinen, V & Torvinen, S. 1997. Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. Porvoo: WSOY

Sandvik. 2023. Sandvik intranet. Verkkosivu. Vaatii kirjautumisen.

Sandvik. n.d.a. Sandvik pähkinänkuoressa. Verkkosivu. Viitattu 22.11.2023  
<https://www.home.sandvik.fi/tietoja-meist%C3%A4/sandvik-p%C3%A4hkin%C3%A4nkuoressa/>

Sandvik. n.d.b. Liiketoiminta-alueet. Verkkosivu. Viitattu 28.11.2023  
<https://www.home.sandvik.fi/tietoja-meist%C3%A4/liiketoiminta-alueet/>

Sandvik. n.d.c. Tuotteet. Verkkosivu. Viitattu 28.12.2023.  
<https://www.rocktechnology.sandvik.fi/tuotteet/laitteet/maap%C3%A4lliset-porauslaitteet/>