

KAIRAUSKONEEN TUOTEKEHITYS

Ylijääskö Veli-Matti

Opinnäytetyö
Tekniikan ja liikenteen ala
Kone- ja tuotantotekniikka
Insinööri (AMK)

2018

Tekniikka ja liikenne
Kone- ja tuotantotekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Veli-Matti Ylijääskö	Vuosi	2018
Ohjaaja	TkL Lauri Kantola		
Toimeksiantaja	Arctic Drilling Company		
Työn nimi	Kairauskoneen tuotekehitys		
Sivu- ja liitesivumäärä	39		

Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Arctic Drilling Company. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää ja antaa ymmärrys siitä, mitä tuotekehitys on ja miksi sitä tulisi tehdä järjestelmällisesti. Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia toimeksiantajalle vaihtoehtoinen konsepti uudesta kairauskoneesta.

Opinnäytetyössä esiteltiin yleisimmät kallioporaustekniikat ja kallioporauksen historiaa. Opinnäytetyössä käsiteltiin wireline-timanttikairausmekaniikka ja siihen liittyvää timanttikairauskoneita.

Työssä käsiteltiin tuotekehitysprosessia ideasta esisuunnitelmaan ja esiteltiin prosessikuvaus. Tuotekehitysprojektin keskeisimmät asiat tuotiin esille. Työssä käsiteltiin myös moduulisuunnittelun ja 5S- menetelmän perusteet ja miten niitä voitiin hyödyntää konesuunnittelussa. Opinnäytetyössä esitettiin, miten tuotekehitysprosessia on hyödynnetty uuden kairauskonekonseptin valmistelussa. Työ rajattiin tuotekehityksen alkuvaiheen tehtäviin ideasta esisuunnitelmaan ja konseptin valitsemiseen. Työssä ei käsitelty tuotekehitysprojektin hallintaa, eikä siihen liittyviä tehtäviä.

Opinnäytetyön tutkimusmateriaalina käytettiin kirjallisuudesta ja Internetistä löytyviä lähteitä ja yrityksen henkilöstöltä saatuja tietoja. Tutkimusmenetelmä oli empiirinen, konstrukttiivinen tutkimusmenetelmä. Opinnäytetyön tulokseksi saatiin uusi konsepti, eli tulevaisuuden vaihtoehto pintakairauskoneesta. Konsepti sisältää 3D-mallin uudesta kairauskoneesta ja esisuunnitelman.

Avainsanat kallioporaus, tuotekehitys, tuotekehitysprosessi, esisuunnitelma.

Technology, Communication and Transport
Mechanical and production Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Veli-Matti Ylijääskö	Year	2018
Supervisor	Lauri Kantola TkL		
Commissioned by	Arctic Drilling Company		
Subject of thesis	Drilling machine product development		
Number of pages	39		

The thesis is made for Arctic Drilling Company. The purpose of the thesis was to clarify and get basic knowledge about product development and why it should be done systematically. The aim of the thesis was to made a new generation concept of the drilling machine to the commissioner.

At the beginning of the thesis the most common techniques and the drilling history are presented. The thesis deals with the wireline diamond drilling and a diamond drilling machine.

The thesis deals with the product development process from the idea to the preliminary plan. The main points of the development project were also presented, as well as the basic method of module design and 5S and how to use them in machine design. The thesis presents how the development process has been utilized in the preparing of the new drilling machine concept. The thesis was limited to the preliminary plan of the product development process. The thesis does not deal with the management of a development project.

The researched material of the thesis used literature, internet sources and information the company's employees gave. The research method of the thesis is empirical and constructive. The result of the thesis is a new concept plan and the future drilling machine plan. The new concept includes a 3D model of the drilling machine and a preliminary plan.

Key words rock drilling, development, development process, preliminary plan

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	ARCTIC DRILLING COMPANYN YRITYSESITTELY.....	8
3	KALLIOPORAUS	10
3.1	Timanttikairaus	11
3.2	K-sarjan kairauskone.....	15
4	TUOTEKEHITYS.....	17
4.1	Tuotekehitysprojekti.....	18
4.2	Tuotekehitysprosessin kuvaus.....	20
5	TUOTEKEHITYSPROSESSI.....	21
5.1	Asiakastarpeen selvitys	22
5.2	Idea	22
5.3	Esitutkimus	22
5.3.1	Markkinointi esitutkimuksessa	23
5.3.2	Tuotanto esitutkimuksessa	23
5.3.3	Tuotekehitys esitutkimuksessa	23
5.3.4	Taloushallinto esitutkimuksessa	24
5.4	Konsepti	24
5.5	Tuotespesifikaatio.....	25
6	MODUULISUUNNITTELU JA 5S	26
	5S -menetelmä	26
7	PINTAKAIRAUSKONEEN KEHITTÄMINEN.....	28
7.1	Kehitystyön lähtökohtia ja näkökulmia	28
7.2	Työn alkuvaiheessa havaitut asiat ja ongelmat.....	29
7.3	Opinnäytetyön suuntaaminen uudelleen.....	29
8	KAIRAUSKONEEN KONSEPTISUUNNITTELU.....	30
8.1	Suunnitteluprosessi	30
8.2	Kairauskoneen moduulit	33
8.3	Esisuunnitteluprosessin hyödyt.....	35
9	OPINNÄYTETYÖN TULOKSET	37
10	POHDINTA	38
	LÄHTEET	39

ALKUSANAT

Erityiskiitos vaimolleni saamastani tuesta ja ymmärryksestä opiskeluiden aikana ja opinnäytetyön aikana.

Haluan kiittää opinnäytetyön toimeksiantajaa Arctic Drilling Companya ja sen henkilökuntaa. Arctic Drilling Companyn henkilökunnan kanssa käytyt keskustelut ovat olleet työn onnistumisen kannalta merkittäviä.

Erityiskiitoksen haluan antaa Yrityksen omistajille Timo Kämäräiselle ja Juha Säärelälle. Myös Aleksi Autille, Pertti Niemelälle ja Vesa Siepille kiitos idearikkaista keskusteluista ja ohjauksesta työnkulussa.

Kiitos Lapin Amk:n TkL Lauri Kantolalle joka antoi hyvää ohjausta työnteossa. Laurin kanssa työn suorittaminen oli helppoa joustavien aikataulujen ansiosta.

Rovaniemellä 17.04.2018

Veli-Matti Ylijääskö

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

3D-malli	Kolmiulotteinen malli
RC-poraus	Käänteishuuhtelutekniikka
BOT-rig	Maaperänäytteenotto
Layout-piirros	Tasopiirustus
Injektointi	Maaperän vahvistaminen
Rpm	Kierrosta minuutissa
Wireline	Kaksoisteräputkikairaus
MPa	Megapascal, [N/mm^2]
Ad Hock	Tässä hetkessä, ei suunnitelmallinen toiminto

1 JOHDANTO

Ihmiset ovat hyödyntäneet luonnonvaroja aikojen alusta asti. Luonnonvarojen etsiminen ja tutkiminen on kuulunut aina ihmiskunnan historiaan. Tekniikan kehittyessä on myös opittu hyödyntämään aikaisempaa paremmin luonnonvaroja ja myös löytämään niitä. Niiden etsimisestä ja käyttämisestä on tullut täten arkipäiväistä yhteiskunnallemme. Luonnonvarojen avulla pystymme tuottamaan esimerkiksi erilaisia metalleja, kulutustuotteita ja energianlähteitä.

Yksi luonnonvaroista ovat malmiesiintymät, joista louhittavista raaka-aineista voidaan valmistaa metalleja. Malminetsinnällä on maailmalla ja Suomessa pitkä historia. Pohjois-Suomeen on rekisteröity lukuisia malmiesiintymiä, näin ollen Pohjois-Suomi on malminetsinnän tärkeimpiä alueita Suomessa nykyään. Pohjois-Suomessa sijaitsee myös useita metallimalmikaivoksia.

Tuotekehityksellä ja tuotekehitysprosessilla yritykset pyrkivät luomaan kilpailukykyä ja menestystä omille tuotteilleen markkinoilla. Tuotekehityksen tarkoituksena on luoda kilpailijaa parempi tuote tai markkinoiden mieltymisten mukainen tuote. Yrityksissä tuotekehitys ja tuotekehitysprosessi eivät aina ole niin hallittuja kuin ne voisivat olla.

Tämä opinnäytetyö on tehty rovaniemeläiselle Arctic Drilling Companylle, joka valmistaa malminetsinnässä käytettäviä kairauskoneita Rovaniemellä. Opinnäytetyössä on tarkoitus selventää tuotekehitysprojektin käsitettä ja tuotekehitysprosessin kulkua sekä siihen liittyviä toimia.

Opinnäytetyö keskittyy esisuunnitelmaa edeltäviin vaiheisiin ja tuotekehitysprojektin käynnistämiseen. Opinnäytetyö ei käsittele tuotekehitysprojektin hallintaa.

Aiheen työhön sain yrityksen toimitusjohtajalta toimiessani mekaniikkasuunnittelija-harjoittelijana yrityksessä kesällä 2017. Aihealue kairauskoneen sisäsuunnittelusta oli minulle luontevaa, koska olin työskennellyt yrityksessä aiemmin kairaajana. Yrityksen koneet ja niiden käyttö olivat siten minulle tuttuja. Tunsin myös hyvin toimintaympäristön ja sen asettamat vaatimukset. Opinnäytetyön aihe oli aluksi kairauskoneen sisäsuunnittelu, työn edetessä muuttui työn aihe enemmän konseptisuunniteluksi ja tuotekehitysprosessin kehitykseksi.

2 ARCTIC DRILLING COMPANYN YRITYSESITTELY

Arctic Drilling Company on rovaniemeläinen kairauspalvelua ja kairakoneita valmistava yritys, josta myöhemmin käytetään nimitystä ADC. ADC on perustettu vuonna 2004, jolloin yritystoiminta aloitettiin omavalmisteisella kairauskoneella. Yrityksen päätoimiala on timanttikairauspalvelujen tuottaminen maan päällä ja maanalaisesti. ADC toimii kairauspalvelussa Pohjoismaissa ja Chilessä, Chilen toiminta on aloitettu vuonna 2013. (Säärelä 2017.)

ADC tuottaa myös RC-porausta, BOT-rig kairauspalvelua, kairareian sivusuuntamittausta ja suunnattua näytteenottoa. Yritys työllistää vuonna 2017 noin 130 henkilöä, liikevaihtoa vuonna 2016 oli 13 miljoonaa euroa. (Säärelä 2017.)

ADC suunnittelee, kehittää ja valmistaa omat kairauskoneet. ADC tunnelikairauskoneita valmistetaan kansainvälisille markkinoille, kuten Australiaan ja Saudi-Arabiaan. Kotimaassa toimivat kaivosyhtiöt Outokumpu ja Agnico Eagle ovat myös luottaneet ADC:n tuotteisiin tunnelikairauskoneita valitessaan. (Säärelä 2017.)

Yrityksellä on sertifikaatit ISO9001, ISO14001 ja OHSAS18001, jotka osaltaan varmistavat laadukkaan kairauspalvelun tuottamisen asiakkaalle. (ADC 2017a.)



Kuva 1. ADC:n toimitilat (Säärelä 2018b).

ADC:een toimitilat sijaitsevat Rovaniemen teollisuusalueella. Toimitiloissa on 2000 neliötä, joista 300 neliötä on koneenrakennuksen tiloja. ADC on keskittänyt toiminnan Rovaniemelle. Toimitiloissa sijaitsee toimistot, varasto- ja logistiikkakeskus, huolto ja koneenrakennustilat. Varasto- ja logistiikkakeskus sijaitsevat kuvassa 1 näkyvän rakennuksen oikeassa reunassa olevien nosto-ovien kohdalla, ja vasemmalla kuvassa on toimistotiloja kahdessa kerroksessa.



Kuva 2. ADC:n huolto ja koneenrakennustilat (Säärelä 2018a).

Kuvassa 2 näkyy toimitilojen vasen sivu. Nosto-ovien kohdalla on huolto ja koneenrakennustilat ja toimistotilat sijaitsevat kuvassa vasemmalla. Pihalla on myös avokatos kairaustarvikkeiden säilytystä varten.

3 KALLIOPORAUS

Kallioporausksen pääperiaate on tehdä kallioperään reikä, johon voidaan tehdä esimerkiksi kallioperän tutkimuksia tai injektointia (Paalumäki, Lappalainen & Hakapää 2015, 155).

Kallioporausmenetelmät voidaan jakaa karkeasti kahteen kategoriaan, joita ovat manuaalinen kairaus ja mekaaninen kairaus. Manuaaliset kairauslaitteet ovat yleensä keveitä ja pieniä. Niitä käytetään tehtävissä, joihin ei muilla koneilla päästä. Tai työn kustannukset olisivat liian suuret muilla koneilla. (Jimeno, Jimeno & Carcedo 2006, 1-2.)

Mekaaniset kairausmenetelmät ovat yleisempiä kuin manuaaliset kairausmenetelmät. Mekaaniseen kairauslaitteeseen on kairausvarusteet asennettu niin, että käyttäjä voi hallita helposti niitä kaikkia kerralla. Mekaaninen kairauslaitteisto on yleensä asennettu siirrettävälle pyörä- tai tela-alustalle. Alusta voi olla hinattava tai itse liikkuva. Mekaaninen kairaus voidaan jakaa kahteen pääryhmään, jotka ovat iskevä/pyörittävä kairaus tai pelkästään pyörittävä kairaus. (Jimeno ym. 2006, 1-2.)

Iskevällä/pyörittäväällä kairaustoiminnolla on kaksi eri porausmenetelmää, ne ovat yläpuolinen ja alapuolinen vasaratekniikka. Molemmissa menetelmissä kiven rikkominen tapahtuu iskevällä voimalla, joka toteutetaan vasaratekniikalla. Tätä kutsutaan iskuporaukseksi. (Paalumäki ym. 2015, 155–160.)

Iskuporaus on selvästi yleisin tekniikka, sitä voidaan käyttää useimmille kivilajeille. Iskuporauksessa voidaan käyttää päältä iskevää porakonetta, jossa iskevän voiman tekevä vasara on ylhäällä ja isku välittyy kallioon kairatankojen välityksellä. (Paalumäki ym. 2015, 155–160.)

Vasaratekniikka voi olla myös alhaalla kalliossa, tätä kutsutaan uppovasaratekniikaksi. Uppovasara toimii muutoin samalla tavalla kuin yläpuolinen vasaratekniikka, mutta uppovasaratekniikka antaa energian suoraan porakruunuun päähän. Näin vältetään energiahäviöltä, jota tulee kairatankojen liitoksista ja kairatankojen pituudesta. (Paalumäki ym. 2015, 155–160.)

Pyörittävä kairaustoiminto voidaan jakaa kolmeen menetelmään. Ne ovat murskaava kiertoporaus, leikkaava kiertoporaus ja hiertävä kiertoporaus eli kallionäytekairaus. (Paalumäki ym. 2015, 155–160.)

Murskaava kiertoporaus-menetelmää on aikaisemmin käytetty öljynporauksessa. Sitä voidaan myös käyttää suurien louhintareikien avolouhintakohteissa ja koville kivilajeille, joiden puristuslujuus on korkeintaan 500 MPa. Murskaavassa kiertoporausessa kivi murretaan kovalla poranterään kohdistuvalla paineella. Menetelmässä käytetyt poravaunut ovat painavia ja suuria. Alaspäin kohdistuvan työntövoiman aikaan saamiseen hyödynnetään koneen omaa massaa. (Paalumäki ym. 2015, 155–160.)

Leikkaava kiertoporaus -menetelmää käytetään pehmeille kivilajeille, joiden puristuslujuus on korkeintaan 150 MPa. Leikkaavassa kiertoporausessa kiveen kohdistetaan poratankojen välityksellä leikkausvoima, joka murtaa kiven. Leikkausvoiman tulee ylittää kiven vetolujuus. (Paalumäki ym. 2015, 155–160.)

Hiertävä kiertoporaus tunnetaan paremmin timanttikairauksena. Menetelmässä käytetään renkaan muotoista timanttiterää. Kiven rikkominen tapahtuu painamalla terää kalliota vasten hiertävässä liikkeessä. Kiven leikkaus tapahtuu terässä olevien timanttien ja pyörivän liikkeen ansiosta. (Paalumäki ym. 2015, 155–160.)

Timanttikairaus tarvitsee aina vesipaineen jäähdyttämään ja huuhtelemaan timanttiterää. Timanttikairausta käytetään yleensä malmin ja mineraalien etsinnöissä. (Paalumäki ym. 2015, 155–160.)

3.1 Timanttikairaus

Syväkairaus on kallioperän tutkimista, joka yleensä tehdään timanttikairauksena. Timanttikairauksella saavutetaan helposti satojen metrien tai jopa kilometrien mittaisia kairausreikiä. Timanttikairauksella tehdystä kairareistä saadaan maaperänäyte ja kallioperän sydännäyte (Kuva 3). (Kauranen, Gardemeister, Korpela & Mälkki 1972, 254.)

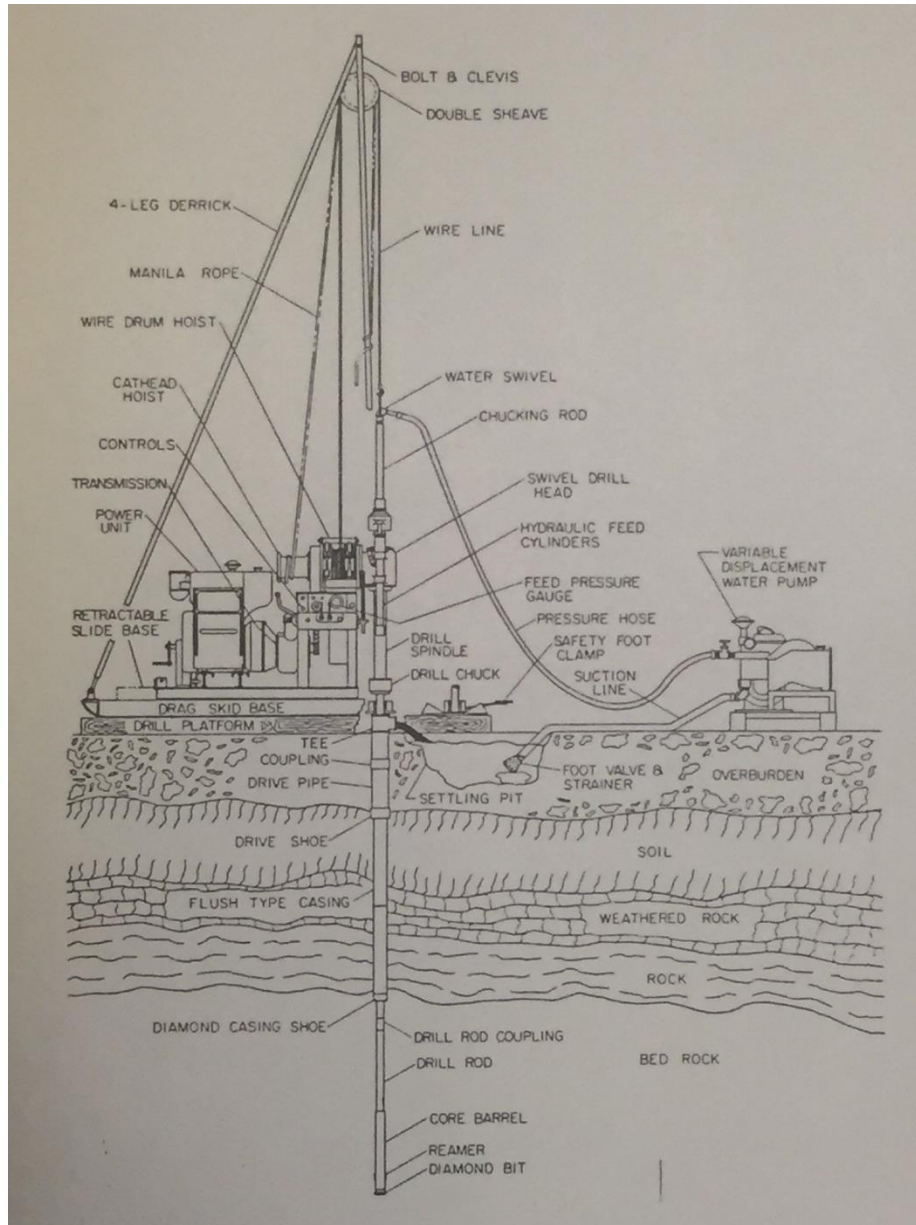


Kuva 3. Sydännäyte (ADC 2017a).

Sydännäytekairaus on tekniikkana erittäin vanhaa. Jo muinaiset egyptiläiset ovat jo tehneet sitä. Sydännäytteitä siltä ajalta on säilynyt 1900-luvulle asti, mutta sen aikaisesta tekniikasta ja teristä ei ole tietoa. (Jakobsson 1984, 3-4.)

Nykyaikaisen sydännäytekairauksen alulle panijana pidetään sveitsiläistä Jean Rudolphe Leschotia, joka keksi vuonna 1862 asentaa kehän muotoiseen terään timantteja. Ensimmäiset kairauskoneet olivat käsikäyttöisiä. 1867 patentoitiin ensimmäinen höyrykäyttöinen timanttikairauskone. Sillä kairattiin noin 230 metriä syvä reikä, vaikka koneen kierrosnopeus oli vain 250 rpm. (Jakobsson 1984, 3-4.)

Kuvio 1 havainnollistaa timanttikairauksen periaatteen. Nykyaikaiset kairauskoneet ovat hydraulikkakäyttöisiä ja niiden tehonlähteenä toimii dieselmoottori tai sähkömoottori. (Jakobsson 1984, 3-4.)



Kuvio 1. Timanttikairauksen periaate (Jakobsson 1984, 6).

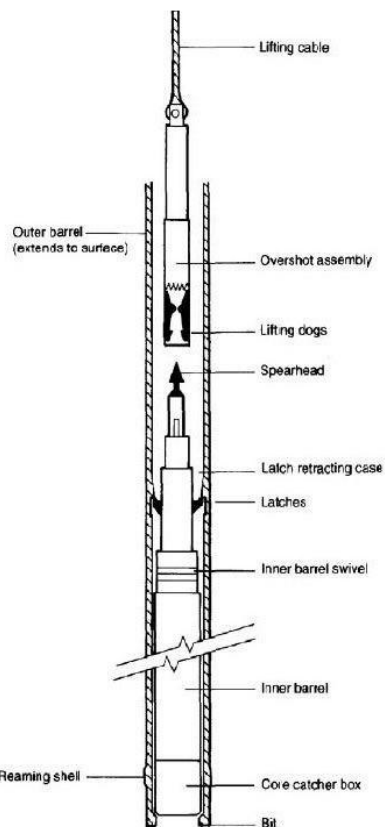
Timanttikairauksista voidaan suorittaa yksinkertaisella tai kaksinkertaisella teräputkella. Teräputkeen liitetään aina timanttiterä ja kalvain. Timanttiterän kalliosta irti leikkaama kairasydännäyte työntyy teräputken sisälle ja putken täytyttyä se tyhjennetään. Kalvain tekee reiästä isomman kuin kairaputkien ulkohalkaisija on, tämä helpottaa kairaputkien pyörittämistä reiässä. (Jakobsson 1984, 5-13.)

Yksinkertaisella teräputkella suoritettussa timanttikairauksessa joudutaan jokaisen ajon/putken täyttymisen jälkeen nostamaan kairaputket ylös näytteen talteen ottamista varten.

Kaksoisteräputkella suoritettua timanttikairausta nimitetään wireline-kairaukseksi. Kaksoisteräputkikairauksessa käytetty kalusto eroaa yksinkertaisesta lähinnä terien ja kairausputkien osalta. Lisäksi kalustoon kuuluu aina vinssi. (Jakobsson 1984, 5-13.) Tässä opinnäytetyössä käsitellään tämän jälkeen vain wireline-kairausta ja siihen liittyviä kairauskoneita.

Wireline-kairauksessa ei tarvitse jokaisen ajon jälkeen nostaa kairaputkia ylösnäytteen ylös saamiseksi. Kaksoisteräputkessa sisempää teräputkea nimitetään yleensä näyteputkeksi tai sydänputkeksi. Wirelinessa sydännäyte tunkeutuu sydänputken sisälle. Sydänputken täytyessä näytteestä voidaan se vaijerin avulla nostaa ylös, tyhjentää näytteestä ja laskea takaisin alas. Sydänputken yläpäähän liitetään kaksoisliitin, jossa on keihäänkärkipää, johon vaijerissa oleva noutaja voi tarttua. (Jakobsson 1984, 5-13.)

Wireline-kairauskalusto on esitetty kuviossa 2, josta on nähtävissä teräputki, sydänputki, kaksoisliitin ja sydänputken noutaja.



Kuvio 2. Wireline -kairauskalusto (Massenze 2017).

3.2 K-sarjan kairauskone

K-sarjan kairauskoneen kaupp nimi on Surface-series (Kuva 4). K-sarja on yrityksen itse kehittelemä kairauskone, jonka alustana on kumitelainen teladumperi. Dieselmoottori toimii tehonlähteenä hydraulikkajärjestelmälle. Koneen ajo- ja kairaus-toiminnot toimivat hydraulisesti.

Koneen suunnittelun lähtökohtana ovat olleet työturvallisuus, ergonomia, ympäristö, ekologisuus, käyttäjäystävällisyys ja kustannustehokkuus (ADC 2017b).

Koneessa käytetyt kumitelat aiheuttavat luontoon pienemmän pintapaineen kuin ihmisjalka. Koneeseen voi yhdistää myös lisävarusteena suljetun kairaveden kierrätysjärjestelmän, joka puhdistaa kairaveden ja estää likaisen veden pääsyn luontoon. (ADC 2017b.)

Surface-serien tekniset ominaisuudet vaihtelevat asiakastarpeen ja varustelun mukaan.

Kairauskoneen esimerkkimittoja ja muita tietoja ovat:

- Pituus 7,5–9,6 m
- Paino 16,000–19,000 kg
- Korkeus 3,3 m
- Ajonopeus 0-10 km/h. (ADC 2017b.)

Kairausyksikön kautta välitetään pyörittävä, painava ja nostavoima kairausputkeen. Kairausyksikön teknisiä tietoja ovat:

- Syöttövoima 65–105 kN
- Nostovoima 150–190 kN
- Vääntömomentti 371–1030 Nm
- Kairauskulma on 40–90 astetta
- Maksimikairausvyvydet erilaisille kairauskalustoilla ovat: BQ 2100 m, NQ 1700 m ja HQ 1100m. (ADC 2017b.)



Kuva 4. Surface-sarjan kone (ADC 2017b).

4 TUOTEKEHITYS

Onnistunut tuotekehitys on yrityksen kannattavuuden ja menestymisen keskeisempiä edellytyksiä. Yrityksissä tuotekehityksen tulee olla jatkuvaa ja suunnitelmallista, näin voidaan varmistaa tuotteen kilpailukyvyyn jatkuvuus. Muuten voitulla aika, että kun tuote alkaa vanhentua, myynti vähenee ja voi loppua kokonaan. (Jokinen 2001, 9-10.)

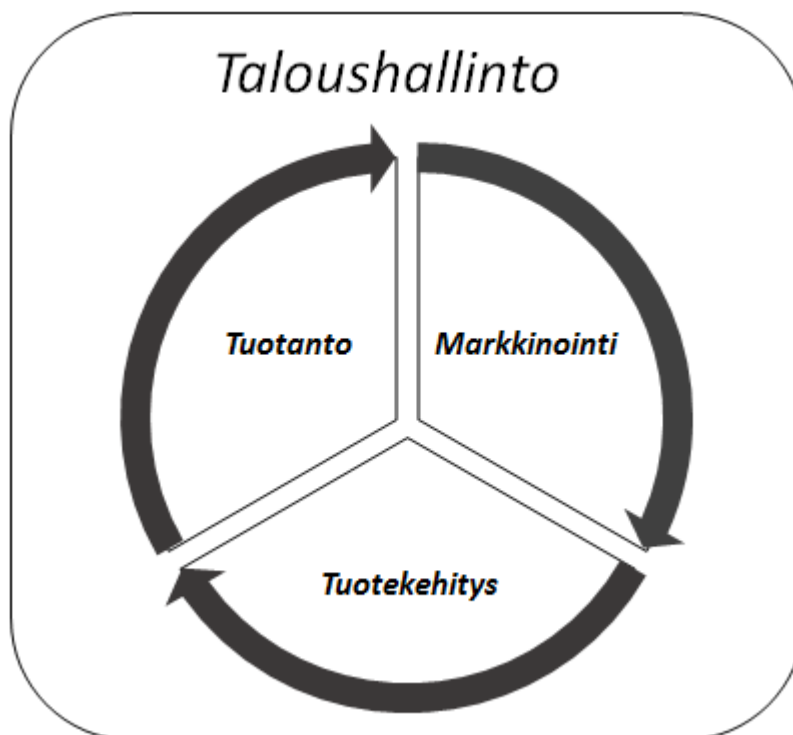
Tuotekehityksellä tarkoitetaan olemassa olevan tuotteen tai kokonaan uuden tuotteen kehittämistä ja parantamista. Tuotekehityksessä tulee seurata jatkuvasti markkinoita ja kuluttajien muuttuvia tarpeita, näin varmistetaan tuotteen kilpailukyky. Tuotekehitys ei yksin varmista yrityksen menestymistä, vaan se vaatii kaikkien seuraavien neljän osa-alueen yhteistyötä ja osaamista:

- Tuotanto
- Myynti ja markkinointi
- Kehitystoimet
- Taloushallinto. (Välimaa, Kankkunen, Lagerroos & Lehtinen 1994, 7-9.)

Tuotannon tehtävä on tuottaa yritykselle laadukasta ja kilpailukykyistä tuotetta. Markkinointi tekee tuotteesta mahdollisen helposti myytävän ja seuraa, täyttääkö tuote asiakkaiden tai markkinoiden vaatimuksia ja voitaisiinko sitä parantaa kehitystoimilla. (Välimaa ym. 1994, 9.)

Kehitystoimien tarkoitus on tehostaa yrityksen toimintaa, ja niitä voidaan tehdä monella eri osa-alueella. Päätehtävänä kehitystoimilla on kehittää tuotetta markkinoiden vaatimusten mukaiseksi ja kilpailukykyiseksi. Tämän osa-alueen kehitystoimia kutsutaan tuotekehitykseksi. (Välimaa ym. 1994, 9.)

Taloushallinnon tehtävä on pitää yrityksen toiminta kannattavana ja mahdollistaa näin tuotekehitysprojektit. Kuvio 3 kuvaa yrityksen sisällä jatkuvasti tapahtuvaa tuotekehitystä, kaikki neljä osa-aluetta tarvitsevat ja myös ohjaavat toisiaan. Yksin mikään niistä ei menesty, vaan ne tarvitsevat toisiaan. (Välimaa ym. 1994, 9-10.)



Kuvio 3. Tuotekehityksen kaari (Välimaa ym. 1994, 10).

4.1 Tuotekehitysprojekti

Tuotekehitysprojektin käynnistämisen edellytys on olemassa oleva tarve ja idea uudelle tuotteelle tai sille, että vanhasta tuotteesta tehdään uusi sukupolvi. Pelkästään tarve uudelle tuotteelle ei kuitenkaan ole peruste uudelle tuotekehitykselle. (Jokinen 2001, 17.)

Tuotekehitysprojektin tarkoitus on tuottaa yritykselle uusi tuote tai vanhasta tuotteesta uuden sukupolven versio (Jokinen 2001, 17). Tuotekehitysprojektissa ei tehdä enää tutkimustoimia (Välimaa ym. 1994, 27).

Tuotekehitysprojektin aloituksessa peruslähtökohdat pitää olla selvät, projektin tavoitteet määriteltyinä ja selvitettyinä, onko projekti yrityksen tuotekehitystoiminnan strategian mukainen. Projektin aloituspäätöksen perustana on aina tuotteen spesifointi ja esitutkimus, joiden perusteella yrityksen johto päättää rahoitetaanko projektia. (Välimaa ym. 1994, 16–17, 33.)

Projektin käynnistämisen jälkeen laaditaan projektisuunnitelma. Suunnitelma toimii projektipäällikön työkaluna projektinhallinnassa. Suunnitelman laatii projektipäällikkö yhdessä projektiryhmän kanssa. Projektisuunnitelmasta selviää muun muassa seuraavat asiat:

1. Projektin tunnistetiedot
2. Projektin johtoryhmä
3. Tuotteen kuvaus
4. Tavoitteet
5. Kannattavuuden seurannan tekijät
 - Tuotekehityskustannukset
 - Investoinnit
 - Vuosimenekki
6. Riskianalyysi
7. Tilannekuvauksen ja päätösesityksen. (Välimaa ym. 1994, 16–19, 33.)

Projektin aikataulut on myös keskeisempiä tekijöitä onnistumiselle ja kustannusten hallinnalle. Aikataulu on projektisuunnitelman liitteenä ja siihen merkitään projektin kannalta tärkeimpiä ajankohtia ja tapahtumia. Tällaisia voivat olla.

- Tuotespesifikaatio
- Prototyyppi
- Dokumentointi
- Pilottisarja
- Esittelyyn valmis tuote
- Projektin lopetus. (Välimaa ym. 1994, 18–19, 33.)

4.2 Tuotekehitysprosessin kuvaus

Tuotekehitysprosessi on toimintamalli, joka koostuu useammasta askeleesta ja aktiviteetista. Tuotekehitysprosessin askeleiden ja vaiheiden läpi kulkee sitten erilaisia pienempiä projekteja. (Ulrich & Eppinger 2012,12.)

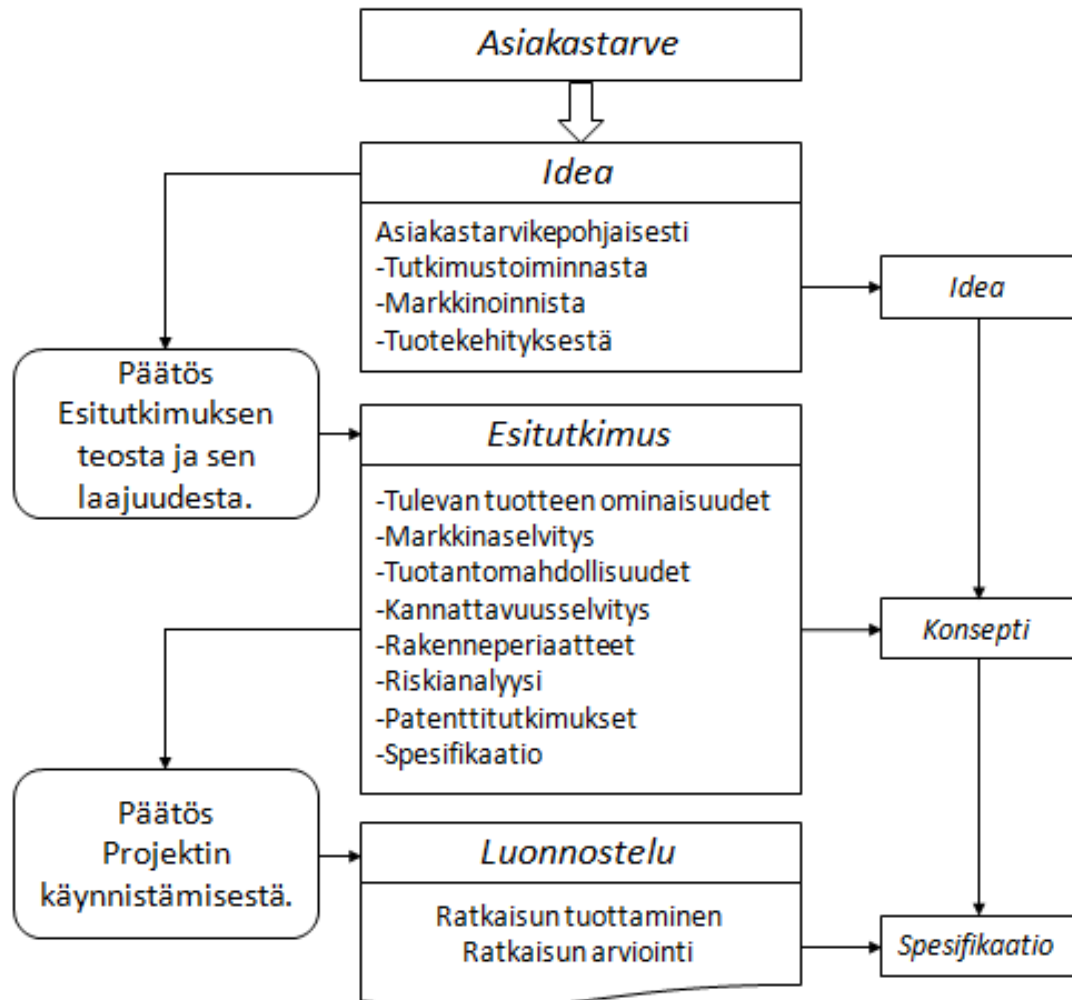
Toteutuksesta vastaavat yrityksen työntekijät tavoitteenaan kaupallistaa tuote. Useimmat askeleet ja aktiviteetit ovat enemmän ajattelua ja organisoimista kuin fyysistä työtä. (Ulrich & Eppinger 2012,12.)

Toimintatavat voivat vaihtelevat yrityksittäin, osa yrityksistä seuraa askelmia tarkkaan ja saavat projektinsa maaliin, kun taas toiset yritykset eivät välttämättä edes tunnista omia toimintamallejaan. Toimintatavat voivat olla erilaisia yritysten välillä. Tärkeintä on kuitenkin, että prosessi sopii yritykselle ja kaikki tuntevat sen. Se on myös järjestelmällinen ja sillä saadaan hyviä tuloksia aikaan. (Ulrich & Eppinger 2012,12.)

5 TUOTEKEHITYSPROSESSI

Tässä luvussa esitellään yksi tuotekehitysprosessin kuvausmalli, joka rajautuu tuotespesifikaation. Tuotekehitysprosessi voidaan jakaa karkeasti kahteen osaluueeseen, esitutkimukseen ja tuotekehitysprojektiin. (Välimaa ym. 1994, 19, 33.)

Esitutkimus tehdään aina ensiksi (Kuvio 4) ja sitä edeltää asiakastarpeiden selvitys ja ideointi. Tuotekehitysprosessi pitää sisällään kaiken tuoteidean ja markkinoille tulon väliltä. (Välimaa ym. 1994, 19, 33.)



Kuvio 4. Esitutkimusvaihe (Välimaa ym. 1994, 33).

5.1 Asiakastarpeen selvitys

Asiakastarpeen selvitys on ensimmäinen vaihe, jossa selvitetään asiakkaiden tai yrityksen oma tarve. Asiakastarpeiden selvitystä voidaan tehdä alan messuilla, asiakastapaamisilla, systemaattisella markkinoinnilla tai esimerkiksi saadulla negatiivisella palautteella asiakkaalta reklamaatioiden kautta. Alustavien tuotteiden markkinoita voidaan testata myös esittelemällä niitä asiakkaille asiakastapaamisilla. (Välimaa ym. 1994, 26.)

5.2 Idea

Tuoteidea voi tulla markkinoilla olevasta uudesta tekniikasta, asiakastarpeesta, tuotekehityksestä, innovaatiosta tai tutkimustoimien löytämästä uudesta ratkaisusta (Välimaa ym. 1994, 25–26).

5.3 Esitutkimus

Esitutkimuksen laajuus ja suoritustapa voi vaihdella yrityksissä, tärkeintä on kuitenkin saada laadukasta, oikeaksi todettua tietoa tuotteen mahdollisuuksista. Esitutkimuksen voi tehdä myös joissain tapauksissa yksittäinen henkilö tai pieni ryhmä. Tyypillistä kuitenkin on, että tutkimukseen osallistuu markkinointi, tuotanto, tuotekehitys ja muotoilu. (Välimaa ym. 1994, 28–29.)

Esitutkimuksen tärkein tuotos on tuotekonsepti ja tuotesuunnitelma, joiden tulee olla tarpeeksi kattavia muodostaakseen päätöksenteon perustan projektin mahdolliseen aloitukseen (Välimaa ym. 1994, 28–29).

Esitutkimuksen rinnalla tuotetaan tuotekonseptin selvitys. Selvitykseen sisältyy tuotteen ominaisuudet, markkinaselvitys, tuotannon mahdollisuus, riskianalyysi, patenttitutkimukset ja liiketoiminnan edellytykset. Tuotekonseptia jalostamalla saadaan aikaiseksi tuotteen tuotespesifikaatio. (Välimaa ym. 1994, 28–29.)

5.3.1 Markkinointi esitutkimuksessa

Esitutkimuksessa markkinointi antaa selvityksen asiakastarpeista spesifikaation pohjaksi. Markkinatutkimus on jatkuvaa perehtymistä olemassa oleviin tuotteisiin. Esitutkimusvaiheessa kohdennetaan selvitys vain kyseiseen tuotteeseen. On myynnin ja markkinoinnin kannalta erittäin tärkeää, että tuote määritellään markkinoiden vaatimusten mukaisesti. (Välimaa ym. 1994, 28–29.)

5.3.2 Tuotanto esitutkimuksessa

Tuotannossa tehdään selvitykset siitä, voidaanko uusi tuote valmistaa ja mikä on taloudellisesti paras toteutuspa. Tuotannonselvityksessä kartoitetaan, voidaanko tuote valmistaa käytössä olevilla koneilla. Vaatiiko tuotanto uudelleen järjestelyä esimerkiksi koneiden sijoittelua ja mikä on muiden tuotantoresurssien tilanne. (Välimaa ym. 1994, 28–29.)

Joskus nykyiset koneet eivät riitä tai eivät sovellu tuotannon aloittamiseen. Silloin tuotannonselvitykseen kartoitetaan, kuinka paljon yrityksen pitää investoida uusiin koneisiin tai voidaanko alihankinnan kautta ostaa palvelua. Tuotannon selvityksessä syntyy myös alustava arvio siitä, paljonko tuotteen omakustannehintaa on yritykselle, omakustannehintaa tarkennetaan projektin edetessä. (Välimaa ym. 1994, 28–29.)

5.3.3 Tuotekehitys esitutkimuksessa

Tuotekehitys selvittää tuotteen tekniset mahdollisuudet ja tuottaa erilaisia konseptiratkaisuja, jolla tuote voitaisiin toteuttaa. Tuotekehitys selvittää tuotetta mahdollisesti koskevat tekijänoikeudet, patentit ja lisenssit. Tuotekehitys ja teollinen muotoilija hakevat yhteistyössä ratkaisuja, joilla voidaan vastata asiakastarpeisiin ja antaa tuotteelle lisäarvoa markkinoille. (Välimaa ym. 1994, 28–29.)

Tuotekehityksen keskeisin tehtävä kuitenkin on löytää kilpailukykyinen tuotekonsepti. Kriittisten kohtien selvittämiseksi valmistetaan tarvittaessa osaproto selvittämään osien toimivuus. Projektia ei kannata aloittaa, jos siinä on osa-alue, jota ei tunneta. (Välimaa ym. 1994, 28–29.)

Riskianalyysin suorittaminen on myös tärkeä. Joissain tapauksissa voi tuotteeseen kohdistua rasitteita, joihin yritys ei voi vaikuttaa. Näitä voivat olla esimerkiksi poliittiset päätökset, lain muutokset tai uudet direktiivit. Riskianalyysistä selviää tuotteeseen kohdistuvat riskit taloudellisesti ja tuotteen menestymisen mahdollisuudet. (Välimaa ym. 1994, 28–29.)

5.3.4 Taloushallinto esitutkimuksessa

Liiketoiminnan kannalta on tärkeää tehdä selvitys liiketoimintamallista, eli mikä on markkina-alue, mikä on ennuste vuositason menekille, onko vastaavia tuotteita markkinoilla. Mikä on markkinointiorganisaation toimivuus ja miten jälki-markkinointi järjestään. (Välimaa ym. 1994, 28–29.)

Liiketoiminnan selvityksessä taloushallinto ja yrityksen johto käyvät läpi onko projekti taloudellisesti kannattava ja ovatko liiketoiminnalliset edellytykset, kuten rahoitus ja resurssit, kunnossa. Valmiin esitutkimuksen tärkein tehtävä on antaa yritykselle tuotteesta tuotespesifikaatio ja tuotesuunnitelma. (Välimaa ym. 1994, 28–29.)

5.4 Konsepti

Tuotekonsepti on tiivis tekninen kuvailu tuotteesta ja sen teknisestä toimintaperiaatteesta, alustavasta muotoilusta ja siitä, miten se vastaa asiakastarpeita. Tuotekonsepti voidaan kuvata luonnoksena tai 3D-mallina, mukaan voi tulla lyhyt teksti tai kertomus. (Ulrich & Eppinger. 2012, 118–119.)

Konseptisuunnittelua ja konseptien ideointia kannattaa yrityksen tehdä, koska se on kustannuksiltaan huomattavasti halvempaa kuin tuotekehitysprojekti. Konseptivaiheen kustannukset voivat olla 5 % koko projektin kustannuksista ja ajallisesti 15 %:n luokkaa. Tuotekehitys voi tuottaa sata konseptiehdotusta, mutta niistä konseptiselvitykseen etenee vain noin 5-20 ehdotusta. (Ulrich & Eppinger. 2012, 118–119.)

Hyvässä konseptiehdotuksessa on tehty huolellinen selvitys kaikista vaihtoehdoista, se auttaa konseptia kompastumasta ongelmiin myöhemmin tuotekehityksessä (Ulrich & Eppinger. 2012, 118–119).

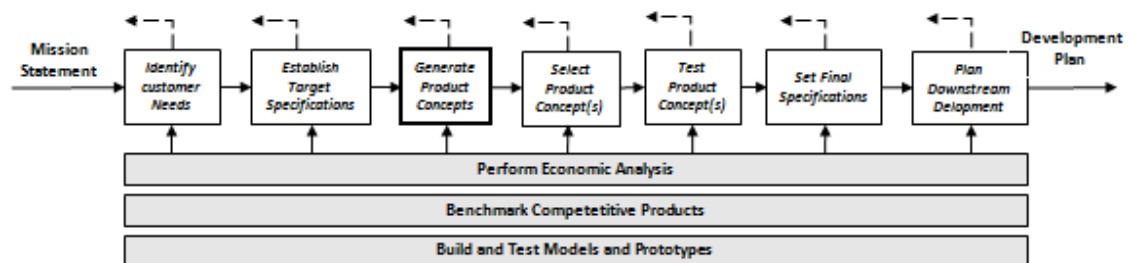
Konseptivaiheessa asioiden muuttaminen on vielä paljon edullisempaa ja helpompaa kuin tuotesuunnittelussa tai valmistusvaiheessa. Konseptin muodostuu kuvion 5 mukaisesti esitutkimuksen rinnalla, lopullisesta konseptista ja esisuunnitelmasta muodostuu tuotespesifikaatio. (Ultrich & Eppinger. 2012, 118–119.)

5.5 Tuotespesifikaatio

Tuotespesifikaation huolellinen laatiminen antaa projektille mahdollisuudet onnistua. Se on projektin aloitusvaiheen päätöksenteon työkalu. Tuotespesifikaatiossa määritellään tuotteen lopputulos ja se antaa kehitystyölle reunaehdot sekä tiedon, missä kohdin voidaan vielä tehdä muutoksia. Tuotespesifikaatiossa kuvataan yksityiskohtaisesti tuotteen tiedot asiakkaiden ja yrityksen lähtökohdista. (Välimaa ym. 1994, 33–46.)

Spesifikaation tekemisestä voi vastata projektin johtoryhmä. Tuotteen lopullisia spesifikaatioita voidaan projektin alkuvaiheessa vielä muuttaa, kun tarkempaa tietoa tuotteesta saadaan suunnittelussa. Projektipäällikkö yhdessä projektin johtoryhmän kanssa päättävät, milloin on viimeinen hetki, jonka jälkeen muutoksia ei enää tehdä. (Välimaa ym. 1994, 33–46.)

Tuotespesifikaation tueksi voidaan laatia erilaisia vaatimuslistoja ja laatukaavioita, jotka ovat systemaattisen tuotekehityksen työkaluja (Välimaa ym. 1994, 33–46). Konseptin ja spesifikaation kehitysprosessi kuvataan kuvion 5 mukaisesti ideasta lopulliseen spesifikaation.



Kuvio 5. Konsepti ja spesifikaatiosuunnittelun vaiheet (Ultrich & Eppinger 2012, 118).

6 MODUULISUUNNITTELU JA 5S

Moduuli koostuu useammasta osasta tai osakokoonpanosta, joista syntyy yksi iso kokonaisuus. Tällöin valmis tuote koostuu useamman moduulin kokoonpanosta. Moduuli on yksittäin asennettava ja irrotettava kokoonpano, sen sisällä oleviin alikokoonpanoihin ei tarvitse puuttua. (Välimaa ym. 1994, 165–166.)

Modulaarisuuden idea on tuottaa erilaisia tuotevariaatioita vain yhdistelemällä erilaisia moduuleja toisiinsa. Näin voidaan rakentaa pienemmällä tuotevalikolla erilaisia tuotevariaatioita. Modulaarisuutta tehdessä pitää tuntea asiakastarpeet tai yrityksen omat tarpeet hyvin ja olla vakiintunut asema markkinoilla. (Välimaa ym. 1994, 165–166.)

Tuotteen jako moduuleihin on vaativaa tuotekehitystyötä, tällöin on tunnettava erittäin hyvin asiakastarpeet, tuoteominaisuudet, valmistustekniikka ja valmistusmahdollisuudet. Tuotteen moduloinnin onnistumista voidaan arvioida sillä, paljonko myydään asiakkaalle räätälöityjä paketteja tuotteen ollessa tuotannossa. (Välimaa ym. 1994, 165–166.)

Perusajatuksena moduulisuunnittelussa voi olla laitteen perustoimintojen modulaarisuus eli laite kelpaa kuluttajalle sellaisenaan. Perustoiminnot sisältävään moduuliin voidaan myydä lisätoimintoja sisältäviä apumoduuleita tai moduuleita, jotka yhdistävät laitteita keskenään. (Välimaa ym. 1994, 165–166.)

5S -menetelmä

5S on Japanissa kehitetty työpaikan organisoimiseen tarkoitettu työkalu. Nimensä mukaisesti se on viiden askeleen muutosohjelma, johon sitoutuu koko yrityksen organisaatio. 5S ei ole siivousohjelma, vaikka se mielletään monesti niin, vaan se on paljon muutakin. (Sarkar 2006, 1.)

5S työkalut auttavat tunnistamaan ja poistamaan työpisteeltä turhan pois. 5S myös auttaa luomaan ja ylläpitämään laatua organisaatiossa (Sarkar 2006, 1).

5S askeleet tai työvaiheet ovat seuraavat:

1. Lajittelu

Lajitteluvaiheessa käydään työpisteet läpi. Työpisteiltä poistetaan turha pois ja järjestetään paikka kaikille työkaluille. Työpisteille jää vain työn suorittamiseen tarvittavat työkalut

2. Järjestäminen

Järjestysvaiheessa työpisteet ovat jo siistejä ja työkaluille on paikka. Seuraavaksi luodaan layout piirros työpisteestä, josta selviää työpisteen kaikkien työkalujen paikka. Organisoidulla järjestystyövaiheella on myös helppo tunnistaa lopulliset työn suoritukseen tarvittavat työkalut. Layout-piirros voidaan tehdä vaikka käsin piirtämällä.

3. Puhdistaminen

Puhdistusvaiheessa käydään työpisteellä olevat työkalut huolellisesti läpi ja puhdistetaan. Työpisteiden lattiat siivotaan. Myös esimerkiksi seinissä kiinni olevat kaapit siirretään ja siivotaan niiden takaa.

4. Standardointi

Standardointivaiheen edellytys on, että vaiheet 1 ja 2 ovat valmiina. Standardoinnissa luodaan taso, millä siisteys ja järjestys työpaikalla tulevat olemaan. Työpaikalle luodaan selkeitä ohjeita ja sääntöjä. Työntekijöille kerrotaan yrityksen tavoitteet. Niiden tarkoitus on selkeyttää työntekijän työnsuoritusta.

5. Valvonta ja ylläpito

Valvonta ja ylläpito ovat viimeinen työvaihe ja se voi olla myös haastavin. Valvonnan ja ylläpidon onnistuminen määrittelee koko 5S:n onnistumisen. Se on päivittäisten työnsuoritusten seuranta ja valvontaa työnjohtajilta. Näin 5S tulee osaksi päivittäisiä rutiineja työpaikalla. (Sarkar 2006, 9-10, 25–26, 46, 48–52.)

7 PINTAKAIRAUSKONEEN KEHITTÄMINEN

ADC on suunnitellut ja kehittänyt omat kairauskoneet. Kehitystoimia on ohjannut koneiden käytössä havaitut ongelmat ja esimerkiksi käyttäjiltä ja asiakkailta saadut parannusehdotukset. Kehitystoimet ovat olleet ADC:lla hyvin käyttäjälähtöisiä ja siihen on yrityksessä vahva kulttuuri ja osaaminen. ADC on innovaatioiden ja pitkän kokemuksen avulla kehittänyt markkinoiden tehokkaimpia kairauskoneita.

ADC ei ole ainoastaan kehittänyt kairauskoneita, vaan myös aputoimia kairaukseen ja kairauskalustoa. Aputoimiksi voidaan lukea esimerkiksi kairausveden käsittelyn eri työvaiheet kuten pumppaus, lämmitys, puhdistus ja kierrätys. Kairauskoneet vaativat myös logistisia ratkaisuja, miten voidaan kuljettaa vaikeakulkuisessa maastossa turvallisesti kairausydännäytteet, aggregaatit ja vesipumput. Aputoimiin ei löydy suoraan kaupallista ratkaisua, vaan ne joudutaan kehittämään tehtävän mukaiseksi.

ADC:n kehitystoimet ovat olleet hyvin nopeasti reagoivia. Jos on havaittu ongelma, siihen on puututtu ja kehitetty ratkaisu. Kehitystyö ei ole ehkä aina ollut niin systemaattista tai tuotekehitysprosessin mukaista. Ad Hock -tyyppinen toimintamalli on kuitenkin todettu hyväksi pienemmissä projekteissa, mutta isommat projektit vaativat tuotekehityssuunnitelman ja tuotekehitysprosessin.

7.1 Kehitystyön lähtökohtia ja näkökulmia

Kehitystyön lähtökohta ja samalla alkuperäisen opinnäytetyön aihe oli pinta-kairauskoneen sisäosien layout-suunnittelu. Toimin työtä tehdessäni mekaniikkasuunnittelija-harjoittelijana yrityksessä. Lähtökohdat työlle antoi yrityksen toimitusjohtaja, tavoitteena oli viedä sisäosien layout-malli pintakairauskoneesta loppuun. Tavoitteena oli esimerkiksi saada kaikille koneen sisällä oleville komponenteille ja tavaroille oma paikka. Komponenttien sijoittelun lähtökohtana oli, että koneen pitää olla työturvallinen, ergonominen, ympäristön huomioiva ja helposti huollettava.

7.2 Työn alkuvaiheessa havaitut asiat ja ongelmat

Suurikokoisempien komponenttien, kuten dieselmoottorin, hydraulikkasäiliön ja polttoainesäiliön uudelleen sijoittelun jälkeen havaittiin mahdollisuus tehdä täysin erilainen kairauskone. Tämän jälkeen suunnittelutyö lähti lumipalloefektin tavoin kasvamaan ja saatiin erittäin innovaatioista ratkaisuja.

Alustavalla suunnittelutyöllä saadut tulokset olivat niin lupaavia, että yrityksessä päädyttiin tarkastelemaan kairauskonekonseptia uudelta kannalta. Tässä vaiheessa todettiin, ettei pelkkä sisäsuunnittelu riitä. Ongelmaksi työssä tuli, ettei yrityksellä ollut sopivaa tuotekehitysprosessia työhön.

7.3 Opinnäytetyön suuntaaminen uudelleen

Opinnäytetyön sisältöä suunnattiin uudelleen luvussa 7.2 mainituista syistä. Uudessa aihealueessa pääpaino oli tuotekehitysprosessi ja tarkemmin tuotekehitysprojektia edeltävä esisuunnitelma ja siihen liittyvät tehtävät. Työ muuttui myös mekaniikkasuunnittelusta esisuunnitelman ja kairauskonekonseptin laatimiseen.

Uudet lähtökohdat ja tavoitteet työlle olivat seuraavat:

- Työturvallisuus
- Ergonomia
- Ympäristövaatimukset
- 5 Moduulia
- 5S
- Huollettavuus
- Käyttöasteen parannus
- Polttoainetalous
- Valmistuskustannukset.

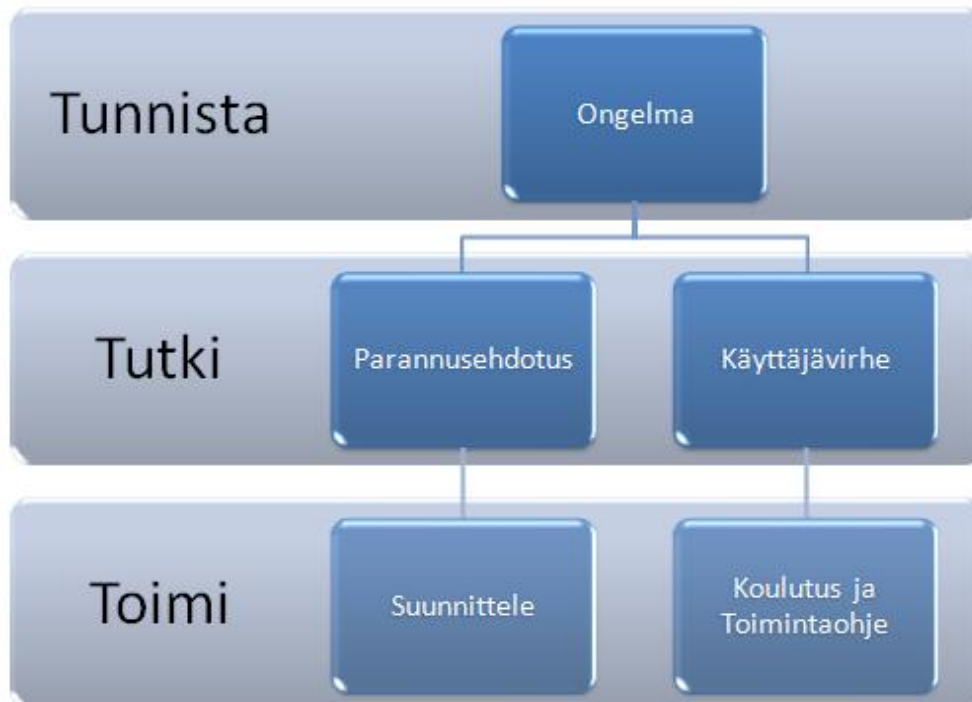
8 KAIRAUSKONEEN KONSEPTISUUNNITTELU

Tehtävänä oli laatia pintakairauskoneen esisuunnitelma ja uusi konseptivaihtoehto. Samalla myös tehtiin karkeaa esiasteen 3D-suunnittelua kairauskoneesta. Suunnittelua tehdessä käytiin useita keskusteluita eri sidosryhmien kanssa ja testattiin uusia ideoita heillä.

Sidosryhmillä tarkoitetaan tässä yrityksen eri tehtävissä toimivia henkilöitä. Mukana olevia sidosryhmiä olivat yrityksen omistajat, myynti ja markkinointi, taloushallinto, työnohtajat, koneenkäyttäjät ja koneenrakentajat.

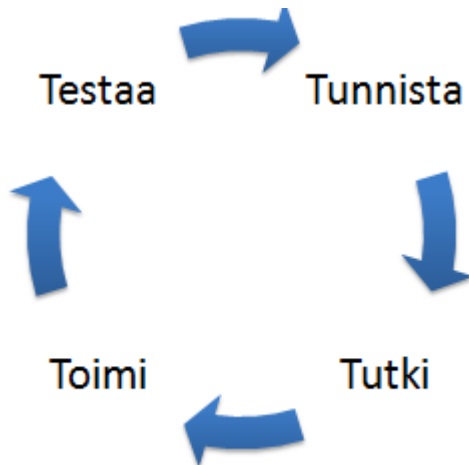
8.1 Suunnitteluprosessi

Keskusteluissa sidosryhmien kanssa nousi esille havaittuja ongelmia ja parannusehdotuksia. Yleensä suoraan saatu palaute tai havaittu puute ei itsessään vielä aiheuta uudelleen suunnittelua, vaan se tulee tutkia ensiksi. Kuvio 6 on prosessikaavio, jonka olen tehnyt työkaluksi. Prosessi lähtee aina liikkeelle tunnistamalla havaittu ongelma, onko se parannusehdotus vai käyttäjävirhe.



Kuvio 6. Parannusehdotuksen ja käyttäjävirheen prosessikuvaus.

Tunnistetut käyttäjävirheet ohjattiin työnjohtajille. Työnjohtajat suunnittelivat toimenpiteet tarpeiden mukaan. Näin pystyimme tunnistamaan useampia käyttäjävirheitä, esimerkiksi raskaan sydännäytteen käsittelyssä työtapojen muutoksella voidaan työstä tehdä ergonomisempaa.

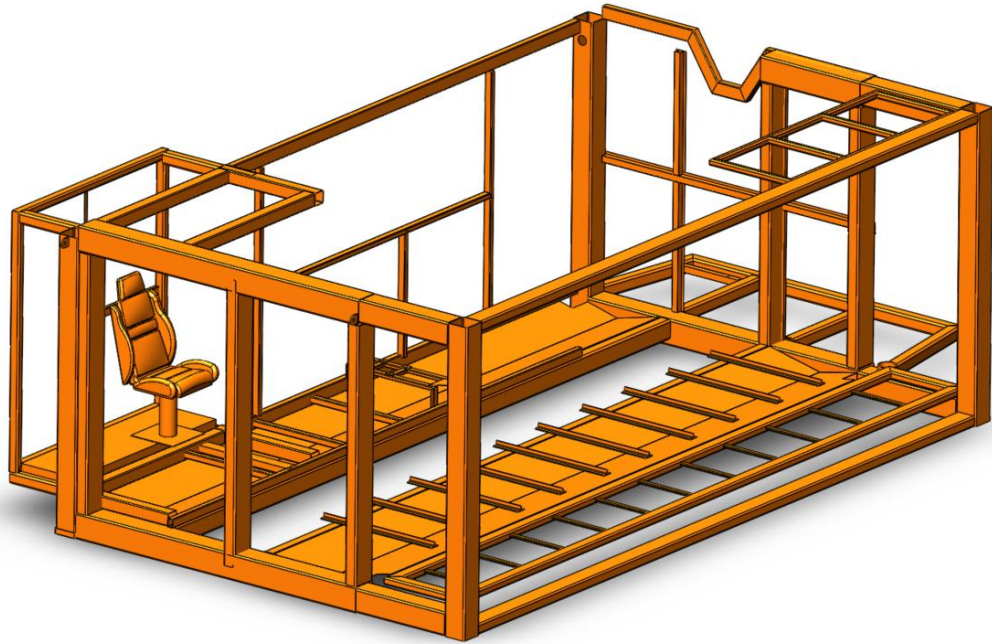


Kuvio 7. Neljän T:n prosessi.

Kuvio 7 esittää kehänä parannusehdotus tai käyttäjävirhepolun. Kehän kiertäminen alkaa tunnistamisesta ja päättyy parannusehdotuksen tai toimintatavan testaamiseen. Kuvion 7 mukaista prosessia käytettiin myös muussa suunnittelytyössä.

Opinnäytetyön uudelleen suuntauksen jälkeen suunnitteluprosessi eteni seuraavasti. Aloitettiin uusien konseptisuunnitelmien tutkiminen, jossa vietiin useampaa konseptia yhtä aikaa eteenpäin. Kuvio 8 on esimerkki tarvittavasta 3D-mallista, kun viedään useampaa konseptivaihtoehtoa yhtä aikaa eteenpäin. 3D-mallista selviää rakenteen pääpiirteet ja toimintaperiaate.

Kuvion 8 konseptivaihtoehdossa tutkittiin sivulevityksillä olevan kairauskoneen mahdollisuuksia, tutkimuksen aikana löydetyt hyödyt ja haittapuolet kirjattiin ylös. Esimerkkejä hyödyistä voidaan todeta saatu lisätyötila ja haittoina levityksen vaativat mekanismit ja puristumisvaara. Tämä konsepti karsiutui pois lopullisesta konseptivaihtoehdosta.



Kuvio 8. Sivulevityskonsepti kairauskoneeseen.

Konseptivaihtoehtojen tutkimisen ohella aloitettiin myös koneen jakaminen moduuleihin. Moduulijaon jälkeen aloitettiin pääkomponenttien mallintaminen ja niiden ympärille lähdettiin rakentamaan moduulikonaisuutta. Samalla tehtiin alustavaa mitoitusta dieselmoottorista ja hydraulikkajärjestelmästä. Hydraulikasta mitoitettiin hydraulikkapumput, putkiston koko, suodatuksen tarve, kunnonvalvonta ja hydraulikkasäiliön koko. Tämä auttaa ja tukee tuotespesifikaation tekemistä.

Suunnittelun lähtökohtana olivat turvallisuus, ergonomia ja ympäristön huomiointi. Suunnittelun tavoitteena oli saada alustava tekninen ratkaisu moduuleista ja pääkokoontaan.

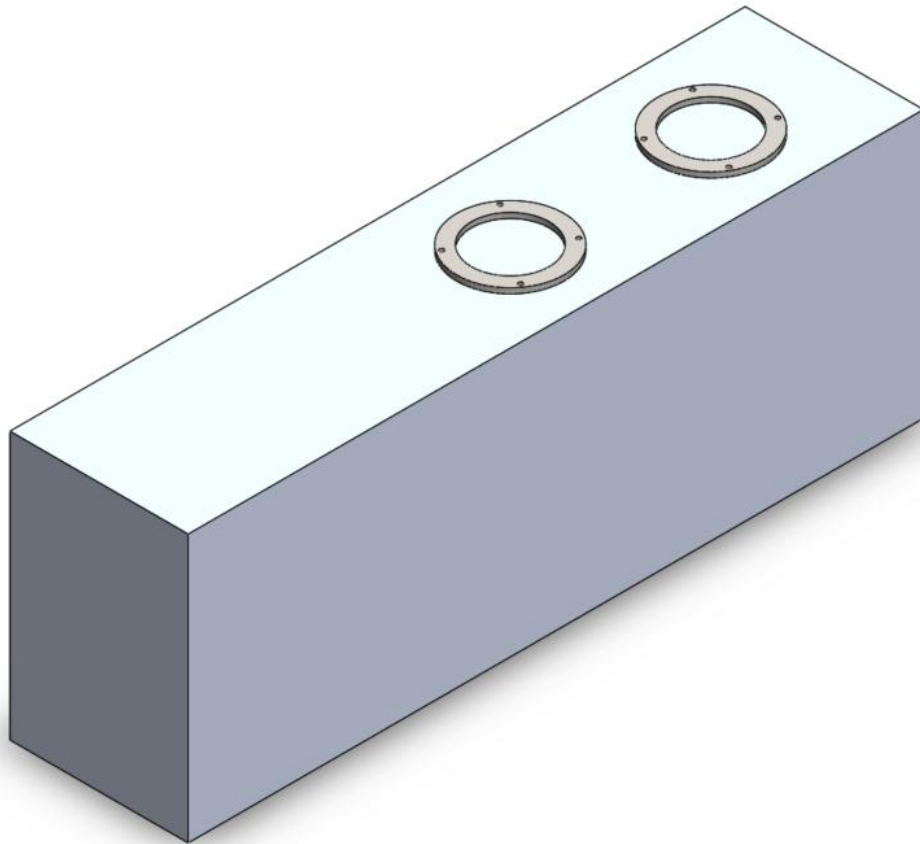
Suunnitteluprosessin avulla pystyttiin tunnistamaan mahdollisia riskitekijöitä työturvallisuudelle, ergonomialle ja ympäristölle. Tunnistettiin myös teknisiä ratkaisuja ja komponentteja, jotka vaativat tarkempaa suunnittelua.

8.2 Kairauskoneen moduulit

Modulaarisuus oli isoin osa työtä. Kone jaettiin 5:n moduuliin ja listattiin moduulien sisälle tulevat komponentit.

Moduulien sisälle tulevista pääkomponenteista laadittiin karkeat 3D-mallit. Komponenttien malleissa oli todellisuutta vastaavat päämitat. Valmiina olevia malleja käytettiin mahdollisimman paljon tai niitä muokattiin.

Kuvio 9 on esimerkki karkeasta 3D-mallista, siinä on käytetty valmiita suodattimen kiinnityslevyjä ja mallilla on oikean säiliön ulkomitat ja tilavuus. Tehdyllä mallilla saadaan tilavaraus koneeseen ja se myös helpottaa kokonaisuuden hahmottamista.

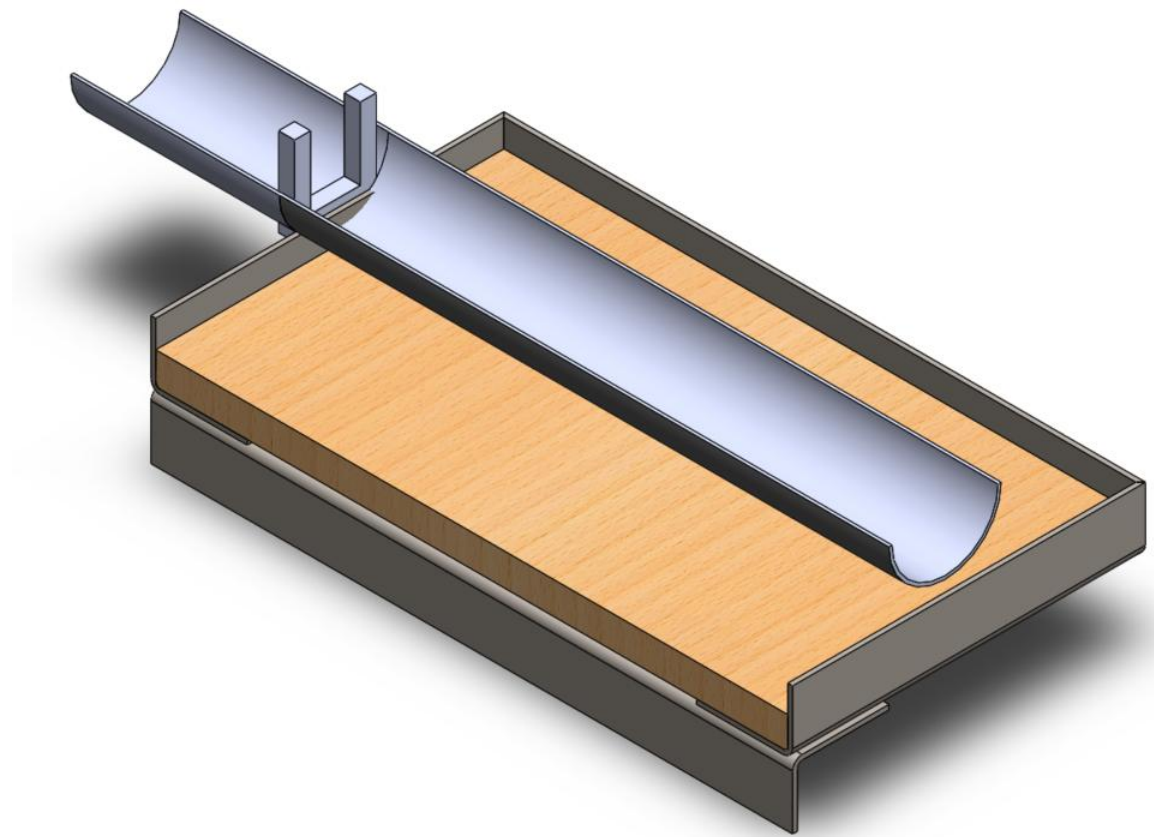


Kuvio 9. Hydraulisäiliökokoonpano.

Tuotekehitysprosessin tai esisuunnittelun alkuvaiheessa luotujen mallien ei tarvitse aina olla yksityiskohtaisia. Useimmissa tapauksissa riittää, että niistä selviävät mallin ulkomitat, muodot tai toimintaperiaate.

Kuviossa 10 on suunnittelua viety vähän yksityiskohtaisemmaksi ja osille on annettu valmistusmateriaalia, jonka seurauksena kokoonpanosta on saatu visuaalisempi ja ymmärrettävämpi. Tämän kokoonpanon kohdalla haluttiin suunnittelua viedä pidemmälle, koska työtaso on apukairaajan tärkeimpiä työkaluja.

Kokoonpanosta on huomattavissa, että sitä ole suunniteltu loppuun, esimerkiksi kiinnitysreiät puuttuvat ja lopullisessa rakenteessa on vielä parannettavaa.



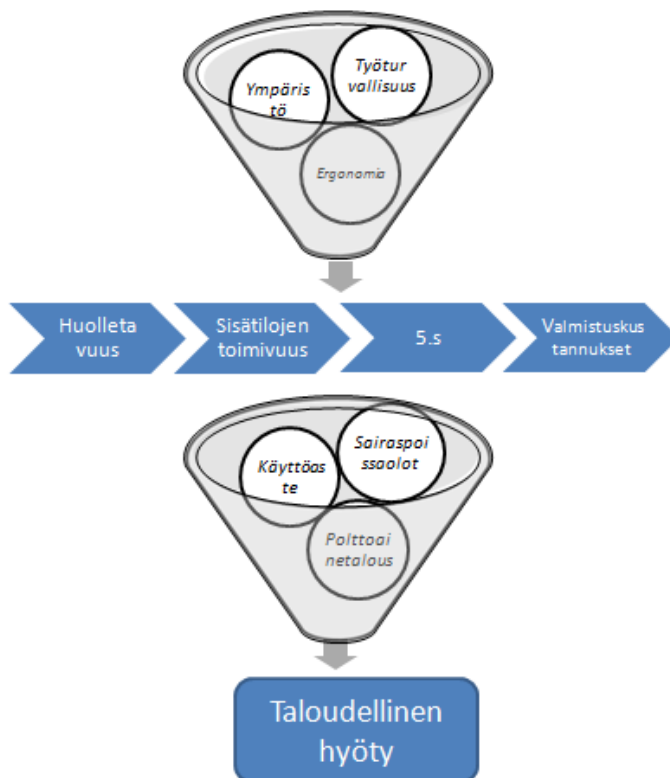
Kuvio 10. Kaksoisliitimen työtasokokoonpano.

8.3 Esisuunnitteluprosessin hyödyt

Suunnitteluprosessilla saatiin esisuunnitelmaa varten arvio, paljonko lopullinen tuote vaatii suunnittelua ja mitkä ovat tuotteen hyödyt. Lisäksi saatiin tietoa alustavista teknisistä ratkaisuista. Komponenteille tehty alustava mitoitus antaa tukea spesifikaation tekemiseen.

Tunnistetut riskitekijät auttavat riskikartoituksen tekemistä ja voivat nyt myös ohjata varsinaista suunnittelua. Esisuunnittelu antoi ensimmäisen kuvan tuotteesta, minkälainen se voisi olla ja mitkä voisivat olla sen ominaisuudet.

Taloudellisen hyödyn saavuttaminen ei aina vaadi työkustannuksien laskemista, tehostamista tai asioiden nopeampaa suorittamista. Valitsemalla suunnittelun lähtökohdat hyvin voidaan taloudellisia hyötyjä saavuttaa konesuunnittelussa kiinnittämällä huomiota oikeisiin asioihin suunnittelussa, kuten kuviossa 11 kuvataan.



Kuvio 11. Taloudellisen hyödyn valuminen alas.

Kuvion 11 on yläkorissa kolme tärkeintä suunnittelun lähtökohtaa, jotka ohjasi-
vat suunnittelua. Keskilinjalla on seuraavaksi tärkeimmät asiat, jotka suunnitte-
lussa tuli huomioida tai moduulin tulee täyttää nämä vaatimukset.

Alakorissa olevat asiat ja lopullinen taloudellinen hyöty ovat vain lieveilmiönä
tulevia hyötyjä. Taloudellisenhyödyn saavuttaminen ei tarvitse aina, erillisiä toi-
menpiteitä vaan niitä voidaan saavuttaa myös suunnittelulla.

Esimerkiksi sairaspöissaolojen määrään voidaan vaikuttaa koneensuunnittelul-
la, kun suunnittelussa huomioidaan työntekijöiden työturvallisuus ja ergonomia.
Polttoainetalouteen voidaan vaikuttaa mitoittamalla oikein hydraulikkajärjestel-
mä ja polttomoottori. Koneen käyttöastetta voidaan nostaa parantamalla ko-
neensuunnittelua ja huollettavuutta.

9 OPINNÄYTETYÖN TULOKSET

Työn teoriaosassa tutkittiin tuotekehitysprosessia esisuunnitelmaan ja konseptin valintaan asti. Työn toinen osa oli käytännön työssä tehtyä uuden kairauskoneen konseptin suunnittelua ja tutkimista.

Tuotekehitystä tutkiessa olen huomannut, että ei ole yhtä ainoata tapaa tehdä sitä oikein. Yrityksen tulee löytää itselle sopiva prosessi. Tuotekehitysprosessin tulee olla selkeä, järjestelmällinen, tunnistettava ja kaikkien osallistujien tiedossa.

Opinnäytetyön uudelleen suuntauksen jälkeen päätavoite oli tutkia ja suunnitella uuden kairauskoneen konseptivaihtoehtoa ja 5 moduulin järjestelmää. Lisäksi tavoitteena oli saada alustava 3D-malli kairauskoneesta, alustava mitoitus dieselmoottorista, hydraulikasta ja tarvittavasta kunnonvalvonnasta.

Tuotettu uusi konseptivaihtoehto tuo parannuksia kaikille asetetuille tavoitteille, erityisesti työturvallisuutta, ympäristöä ja ergonomiaa on huomioitu. Alustavalla suunnitelulla rakenteista pystyttiin havaitsemaan mahdollisia rakenteellisia ongelmia, jotka voivat vaatia tarkempaa tarkastelua. Karkea esiasteen suunnittelu antoi ensimmäisen kuvan kairauskoneesta - minkälainen se voisi olla.

Alustavissa laskelmissa modulaarisuus osoittautui kannattavaksi. Saatavat hyödyt koneenrakennuksessa, huollossa ja jälkimarkkinoissa ovat kannattavia. Lopulliset mahdolliset taloudelliset hyödyt selviävät, jos yritys päättää aloittaa tuotekehitysprojektin ja kone valmistetaan.

Oppimiskokemuksena tämä työ oli opettava kaikilla osa-alueilla. Pääsin tutki-
maan tuotekehityksen teoriaa ja käytännössä sain tehdä 3D-mallintamista, kon-
septisuunnitelman tutkimista, talouslaskentaa ja teknisien komponenttien mitoiti-
tamista. Opinnäytetyön hyödynnettävyys ja merkitys alalle eivät ole suuri, kos-
ka työ käsittelee tuotekehityksen perusteita eikä tuo uusia näkökulmia asiaan.
Perusteiden ymmärrys luo vakaan pohjan, jolle tuotekehitystä voidaan alkaa
rakentamaan. Uusi kairauskonekonsepti voi antaa onnistuessaan antaa yritykselle
kilpailuedun markkinoilla.

10 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteet teoriassa olivat tuotekehityksen ja tuotekehitysprosessin esittäminen. Tässä onnistuin mielestäni hyvin, työssä käydään tuotekehityksen keskeisimmät asiat läpi ja se antaa lukijalle peruskäsityksen siitä, mitä on tuotekehitys ja tuotekehitysprosessi.

Opinnäytetyön toinen tavoite oli tuottaa tilaajayritykselle selvitys uuden kairauskoneen konseptivaihtoehdosta ja laatia alustava 3D-malli. Työn käytännöosuudessa onnistuttiin ja yritykselle saatiin tuotettua konsepti uudesta kairauskoneesta.

Opinnäytetyön kokonaisuuden arvioin onnistuneeksi, työ käsittelee tilaajan toiveita ja asettamia tavoitteita. Työn tavoitteet saavutettiin kaikilla osa-alueilla. Työssä esitetyn teorian ja käytännön vastaavuutta ei voida vielä arvioida. Arviointi voidaan tehdä muutaman vuoden päästä, jos yritys päättää ottaa käytäntöön esitetyt asiat.

Tutkimusmateriaalina työssä käytin alalla tunnettuja teoksia, joiden tietojen luotettavuus ja puolueettomuus ovat hyvä. Käytännön osuudessa on yhdistetty kaksi näkökulmaa asiaan, omakohtainen kokemus ja asiakas- yritystarve. Työn luotettavuutta arvioin kahdessa osassa teoria ja käytännöosuus. Teoriaosuu- den luotettavuus on hyvä, teoria käsittelee ihan perustason asioita tuotekehityk- sestä ja siihen liittyvistä toiminnoista. Käytännöosuuden luotettavuus voidaan arvioida, jos yritys päättää aloittaa tuotekehitysprojektin ja kone valmistetaan, siten voidaan arvioida lopullinen luotettavuus.

Eettisesti opinnäytetyölle ja tutkimukselle asetetut lähtökohdat ovat insinöö- rinetikan mukaisia. Minulla oli helppo aloittaa tutkimus, kun lähtöarvot kohtasivat omat arvot.

Jatkotutkimuksina näkisin yritykselle tuotekehitysprosessin kuvaamisen tai tuo- tekehitysprosessin handbookin tekemisen ADC:lle. Myös uuden kairaus- konekonseptin tuotekehitysprojektin suunnittelu ja tuotekehitysprojektin laadun- hallinnan työkalujen tutkiminen voisivat olla jatkotutkimusaiheita.

LÄHTEET

ADC 2017a. Arctic drilling company. Viitattu 19.9.2017. <https://adcltd.fi/fi/arctic-drilling-company/>

ADC 2017b. Surface. Viitattu 19.9.2017. <https://adcltd.fi/fi/surface/>

Jakobsson, K. 1984. Kallioperän tutkimusmenetelmät: kallioperäkairaukset. Helsinki: Säteilysurvakeskus.

Jimeno, C.R., Jimeno, E.L. & Carcedo, F.J.A. 2006. Drilling and Blasting and Rocks. London: Taylor & Francis.

Jokinen, T. 2001. Tuotekehitys. 6. painos. Helsinki: Otatieto. Oy

Kauranen, L.K., Gardemeister, R., Korpela, K. & Mälkki, E. 1972. Rakennusgeologia 2. Helsinki: Otakustantamo.

Massenza 2017. Wireline coring. Viitattu 19.11.2017. <http://www.massenzarigs.com/wireline-coring/>

Paalumäki, T., Lappalainen, P. & Hakapää, A. 2015. Kaivos- ja louhintateknikka. 3. painos. Helsinki: Kaivosteollisuus ry ja Opetushallitus.

Sarkar, D. 2006. 5S for Service Organizations and Offices. Milwaukee: American Society for Quality. E-kirja. Viitattu 28.9.2017 <https://ez.lapinamk.fi:2856/lib/ramklibrary-ebooks/reader.action?docID=3002543>

Säärelä, J. 2017. Arctic drilling company. Hallituksenpuheenjohtajan haastattelu. 24.8.2017.

Säärelä, V.2018a. ADC:n huolto ja koneenrakennustilat.

Säärelä, V. 2018b. ADC:n toimitilat.

Ulrich, K. & Eppinger, S. 2012. Product Design and Development. Fifth Edition. New York: McGraw-Hill

Välimaa, V., Kankkunen, M., Lagerroos, O. & Lehtinen, M. 1994. Tuotekehitys asiakastarpeesta tuotteeksi. Helsinki: Painatuskeskus Oy.