

Niko Laurila

## **VESILEIKKAUSLAITTEISTON INVESTOINTI YRITYKSELLE**

# VESILEIKKAUSLAITTEISTON INVESTOINTI YRITYKSELLE

Niko Laurila  
Opinnäytetyö  
Kevät 2021  
Konetekniikan tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Konetekniikan tutkinto-ohjelma, koneautomaatio

---

Tekijä: Niko Laurila

Opinnäytetyön nimi suomeksi: Vesileikkauslaitteiston investointi yritykselle

Opinnäytetyön nimi englanniksi: The Investment of Waterjet Cutting Equipment for the Company

Työn ohjaaja: Esa Törmälä

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2021

Sivumäärä: 44 + 1 liite

---

Aiheena oli vesileikkauslaitteiston investointi yritykselle. Työ tehtiin kumialan yritykselle OT-Kumi Oy:lle. Työssä kartoitettiin vesileikkurille tarvittavat ominaisuudet ja mahdolliset laiteoimittajat, kilpailutettiin hankinta sekä tilattiin laitteisto. Lisäksi luotiin laitehankintaohje tulevien laitehankintojen työkaluksi.

Ensimmäinen vaihe oli kerätä tietoa vesileikkausprosessista sekä hankintaprosessista. Seuraavassa vaiheessa määriteltiin laiteominaisuudet, joilla pystytään vastaamaan yrityksen tarpeisiin. Sen jälkeen tutustuttiin laiteoimittajiin ja tarjolla oleviin laiteistoratkaisuihin. Neljälle laiteoimittajalle lähetettiin tietopyyntö sekä tarjouspyyntö. Tarjoukset vertailtiin pisteytystaulukon avulla. Arviointikriteerien painokertoimet määriteltiin niiden kriittisyyden mukaan. Valinta kohdistettiin eniten pisteitä saaneeseen laitteistoon.

Laitehankintaohje luotiin opinnäytetyön perusteella. Ohjetta noudattamalla saadaan laitehankinnat suoritettua tehokkaammin ja yhteneväisesti. Ohjetta voidaan käyttää soveltaen myös yrityksen muiden hankintaprosessien arvioinnissa ja tehostamisessa.

---

Asiasanat: vesileikkaus, hankinta, abrasiivi

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree programme in Mechanical Engineering, Machine automation

---

Author: Niko Laurila

Title of thesis: The Investment of Waterjet Cutting Equipment for the Company

Supervisor: Esa Törmälä

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2021

Pages: 44 + 1 appendice

---

The topic of Thesis was the investment of waterjet cutting equipment for the company. The thesis was carried out for the rubber profile manufacturer OT-Kumi Ltd. The work surveyed the properties needed for the waterjet cutter, possible equipment suppliers, tendered for procurement and ordered equipment. In addition, a device procurement guide was created for future equipment purchases.

The first step was to collect information on the waterjet cutting process as well as the procurement process. The next step was to chart up device features. After that, we got to know the equipment suppliers and their solutions. a Request for quotation were sent to four equipment suppliers. The offers were compared using a scoring table.

The equipment procurement guide was created based on the thesis. By following the instructions, the future purchases of equipment can be carried out more efficiently and consistently.

---

Keywords: WaterJet Cutting, Purchasing, Abrasive

## **ALKULAUSE**

Haluan kiittää OT-Kumi Oy:tä mielenkiintoisesta ja opettavaisesta opinnäytetyön aiheesta. Lisäksi haluan kiittää yrityksen henkilökuntaa avusta ja tuesta opinnäytetyöprojektini aikana. Kiitos opinnäytetyön ohjaajalle Oulun ammattikorkeakoulun lehtori Esa Törmälälle ammattitaitoisesta ohjaamisestani tämän opinnäytetyön aikana. Suuret kiitokset myös perheelleni ja ystäväilleni koko opintojen ajalta. Heiltä saatu tuki ja kannustus ovat olleet ratkaisevia opintojeni edistymisen kannalta.

lissä 10.5.2021

Niko Laurila

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
1 JOHDANTO	9
2 OT-KUMI OY	10
3 VESILEIKKAUSPROSESSI YLEISESTI	11
3.1 Vesileikkauksen historiaa	11
3.2 Vesileikkauksen toimintaperiaate lyhyesti	11
3.3 Puhdasvesileikkaus	13
3.4 Abrasiivileikkaus	13
3.5 Vesileikkauslaitteiston rakenne	13
3.5.1 Korkeapainepumppu	14
3.5.2 Allas	15
3.5.3 Ohjausjärjestelmä	15
3.5.4 Leikkaussuutin	15
3.5.5 Muita mahdollisia lisävarusteita	16
4 VESILEIKATTAVIEN PROFIILIENTEN RAAKA-AINEET	18
4.1 Kumit	18
4.1.1 EPDM	18
4.1.2 NBR	18
4.2 Tpe	19
5 HANKINTAPROSESSIN ERI VAIHEET	20
5.1 Tarpeen kartoitus	21
5.2 Toimittajamarkkinoiden analysointi	21
5.3 Tietopyynnön lähetys	21
5.4 Tarjouspyynnön lähetys	22
5.5 Saapuneiden tarjousten vertailu	22
5.6 Sopimuksen tekeminen	23

5.7 Tilaus ja tilausvahvistuksen tarkastus	24
6 VESILEIKKAUSLAITTEISTON HANKINTA	25
6.1 Vesileikkaustarpeen kartoitus	25
6.2 Tarvittavien laiteominaisuuksien määrittely	25
6.3 Laitetoimittajien kartoitus ja valinta	26
6.4 Tietopyynnön lähetys ja tarjouspyynnön sisältö	27
6.5 Testileikkausten analysointi	27
6.6 Pisteytystaulukon luonti	28
6.6.1 Ominaisuuksien määrittely pisteytystaulukkoon	28
6.6.2 Laite valinnan tekeminen	29
6.7 Laitetilauksen tekeminen	30
6.8 Toimenpiteet asennuspaikan suhteen	30
6.8.1 Layout	30
6.8.2 Sähkö-, vesi- ja ilmalaitännät	31
7 VESILEIKKAUSLAITTEISTON TILAUKSEN JÄLKEISET JATKOTOIMET	32
7.1 Ennen vesileikkauslaitteiston saapumista suoritettavat ja suositeltavat toimenpiteet	32
7.2 Vesileikkauslaitteiston saapumisen jälkeisiä toimia	32
7.3 Laitehankintaohjeen käyttöönotto	33
8 LAITEHANKINTAOHJE YRITYKSELLE	34
8.1 Laitehankinnan vaiheet	34
8.2 Laitteiston ominaisuuksien määrittely	34
8.3 Laitetoimittajien kartoitus	35
8.4 Tarjouspyynnön laatiminen	35
8.5 Tarjousten vastaanottaminen	36
8.6 Laitetoimittajan valinta	37
8.7 Laitteiston tilaaminen	37
8.8 Laitehankintaprosessin onnistuminen	38
9 POHDINTA	39
LÄHTEET	41
LIITTEET	

## Liite 1 Testileikkaukseen lähetettyjen profiilien työkuvat



# 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tilaajana toimi iiläinen yritys OT-Kumi Oy. OT-Kumi Oy suunnittelee ja valmistaa yksilöllisiä tiivisteprofiili ratkaisuja lukuisille eri teollisuustoimialoille. Tiivisteprofiileja ja -tyyppejä on lukuisia, ja niiden ominaisuudet vaihtelevat asiakkaiden tarpeiden mukaan. (1.)

Opinnäytetyön aiheena on vesileikkauslaitteiston investointi yritykselle. Laitteistohankinnan avulla yritys voi palvella asiakkaitaan entistä kokonaisvaltaisemmin ja tehokkaammin. Materiaalihukka saadaan optimoitua mahdollisimman pieneksi, rei'itettävien ja määrämittaan katkaistavien tuotteiden läpimenoaika saadaan nykyistä nopeammaksi sekä työntekijöiden työergonomia saadaan parannettua. Lisäksi opinnäytetyön perusteella on laadittu yritykselle hankintaohje tulevien kone- ja laitehankintojen tueksi.

Tämä raportti sisältää teoriaosuuden, jossa perehdytään yleisellä tasolla vesileikkausprosessiin, vesileikkauslaitteiston tyypilliseen rakenteeseen, vesileikattavien profiilien raaka-aineisiin, sekä yleisen hankintaprosessin eri vaiheisiin. Lisäksi raportissa käsitellään vesileikkauslaitteiston hankintaprosessi tarpeen kartoituksesta laitetilauksen tekemiseen saakka.

## 2 OT-KUMI OY

OT-Kumi Oy on iiläinen yritys, jonka päätoimialaa ovat tiivisteet ja kumituotteet. Yritys on perustettu vuonna 1989. (2.) Yritys on kasvanut yhdeksi Suomen johtavista tiivistevalmistajista. Yrityksen tuotannossa on 11 profiilivalmistuskonetta. (3.) Teollisuuden kansainvälistymisen seurauksena viennin osuus liikevaihdosta on 45 %. (4.) Yritys tuottaa tiivisteprofileja kolmesta eri pääraaka-aineesta: kumista, termoplastisesta elastomeeristä (tpe:stä) sekä silikonista. Yrityksen käyttämät raaka-aineet tuotetaan pääosin Suomessa. Yksi yrityksen suurimmista hankkeista tällä hetkellä on kierrätettävien materiaalien käyttäminen. Kierrätyskelpoisen tpe:n osuus tuotannossa onkin viime vuosien aikana kasvanut voimakkaasti. (1.)

Yritys on osaava ja kokenut tiivistevalmistaja. Se kehittää jatkuvasti tuotteitaan, palveluitaan ja tuotantolinjojaan, jotta pystyisi palvelemaan asiakkaitaan mahdollisimman tehokkaasti ja laadukkaasti. Yrityksellä on tuotannossaan yli kuusituhatta valmista profiilia. Näiden lisäksi on mahdollista valmistaa asiakkaille täysin yksilöllisiä tuotteita. (1.)

Tuotesuunnittelusta vastaa yrityksen omat asiantuntijat, joilla on pitkä kokemus tuotesuunnittelusta. Kaikki tuotantoprosessissa tarvittavat työkalut yritys valmistaa itse tietokoneohjatuilla työstökoneilla. Jatkojalostuspalvelu on yksi yrityksen tärkeimpiä tuotannollisia kehittämisen kohteita. Jatkojalostuspalvelu mahdollistaa asiakkaalle täysin yksilöllisen, valmiin tuotteen kohteeseensa. (1.)

## **3 VESILEIKKAUSPROSESSI YLEISESTI**

### **3.1 Vesileikkauksen historiaa**

Ensimmäiset viitteet vesileikkauksesta tulevat 1800-luvun alkupuolelta saakka. Tuolloin vesileikkausta käytettiin apuna hiilikaivoksilla. Sen avulla puhdistettiin irtoroskaa ja -hiiltä. Hieman myöhemmin vesileikkausta alettiin käyttämään kullan kaivuuprosessien apuvälineenä. 1930-luvulla vesileikkauksen avulla pystyttiin leikkaamaan pehmeitä materiaaleja, kuten paperia. 1950-luvulla tohtori Norman Franz pyrki tutkimuksissaan leikkaamaan korkeapaineistetun veden avulla puita sahatavaraksi. Hänen tutkimuksiensa perusteella huomattiin, että abrasiivin lisääminen veden sekaan voisi mahdollistaa kovempienkin materiaalien leikkaamisen. (5.)

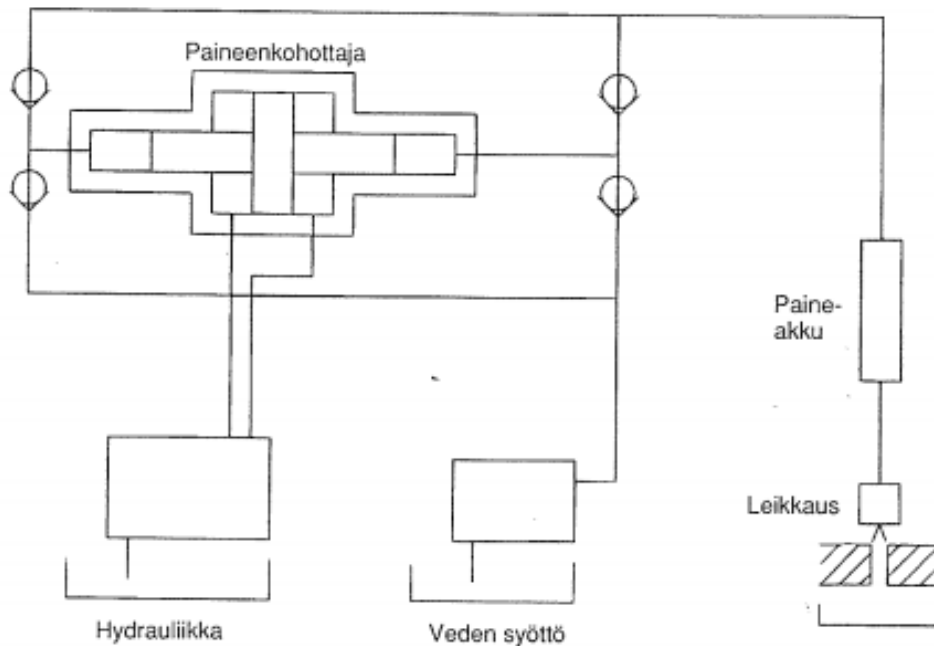
1970-luvulla esiteltiin ensimmäiset korkeapainevesileikkurit. Ensimmäiset vesileikkauslaitteistot vaativat paljon huoltoa ja olivat hankintahinnaltaan todella kalliita. Tästä huolimatta sitä pidettiin erittäin kustannustehokkaana menetelmänä pehmeiden materiaalien leikkaamiseen. (5.) 1980-luvulla tulivat markkinoille ensimmäiset leikkaussuuttimet, joiden avulla voitiin leikata, sekä puhtaalla vedellä että vesiabrasiivi sekoituksella. (5.) 2000-luvulla vesileikkureiden leikkuunopeudet ja -tarkkuudet kehittyivät. 2010-luvulla kehitetty 3D-leikkuupää mahdollisti monimuotoisten kappaleiden leikkaamisen. (6.)

Tulevaisuudessa vesileikkureiden leikkuunopeudet, leikkuutarkkuudet ja käytettävyys tulee lisääntymään entisestään uusien innovaatioiden myötä. Vesileikkaus tulee olemaan yksi nopeiten kasvava leikkuutyömenetelmä teollisuudessa, sen edullisuuden ja tehokkuuden ansiosta. (6.)

### **3.2 Vesileikkauksen toimintaperiaate lyhyesti**

Vesileikkausprosessissa (kuva 1) veden paine kohotetaan hyvin suureksi paineenkohottimen avulla. Sen jälkeen vesi johdetaan korkeapainelinjastoa pitkin

leikkuusuuttimelle. Suuttimen läpi johdettu vesisuihku sisältää suuren määrän energiaa, jonka avulla voidaan leikata lähes mitä tahansa materiaalia. (7.) Vesi-leikkauksen pinnan laatu on suoraan verrannollinen leikkuunopeuteen: mitä nopeampi on leikkausnopeus, sitä karheampi on leikkuupinta. Vesileikkauksella päästään yleistoleranssiin  $\pm 0,2-0,5$  mm. Leikkauksesta muodostuu viistoamaa kappaleen paksuudesta riippuen 0,02 - 0,07 mm. (8.)



KUVA 1. Rakennekaavio vesileikkauslaitteistosta (11, s. 389)

Vesileikkausta voidaan suorittaa kahdella eri tavalla, puhdasvesileikkauksena tai abrasiivileikkauksena. Puhdasvesileikkauksessa käytetään pelkästään vettä, kun taas abrasiivileikkauksessa veden sekaan sekoitetaan pieni määrä hienoa abrasiivia eli leikkaushiekkaa. (9.)

Vesileikkausprosessi on ei-terminen leikkausmenetelmä. Siinä ei käytetä lämpöä eikä kemikaaleja. Sen vuoksi se ei aiheuta leikattaviin kappaleisiin muodonmuutoksia tai lämmön muutoksista aiheutuvia jännityksiä. Vesileikkausprosessista syntyvä materiaalihukka on myös erittäin vähäistä, vesisuihkun aiheuttaman pienen leikkuu-uran ansiosta. (10.) Vesileikkauksen tärkeimmät prosessiin vaikutta-

vat parametrit ovat suuttimen halkaisija ja -muoto, nesteen paine ja -nopeus, veden lisäaineet sekä suuttimen etäisyys ja -kulma työstettävään kappaleeseen nähden. (11, s. 389.)

### **3.3 Puhdasvesileikkaus**

Puhdasvesileikkauksella tarkoitetaan nimensä mukaisesti pelkällä vedellä tapahtuvaa leikkausprosessia. Puhdasvesileikkaus soveltuu erittäin hyvin pehmeälle materiaalille, kuten muoville, vaahtomuoville, kumille ja puulle. (7.) Oikein suoritettuna puhdasvesileikkaus on todella hellävarainen leikkuumenetelmä ja tämän vuoksi ei leikattavissa materiaaleissa esiinny juurikaan repeilyä. Puhdasvesileikkaus voidaan suorittaa lähes tyhjiin altaaseen ja kappaleiden kostuminen on hyvin minimaalista mahdollistaen esimerkiksi pahvin leikkaamisen. (8.)

### **3.4 Abrasiivileikkaus**

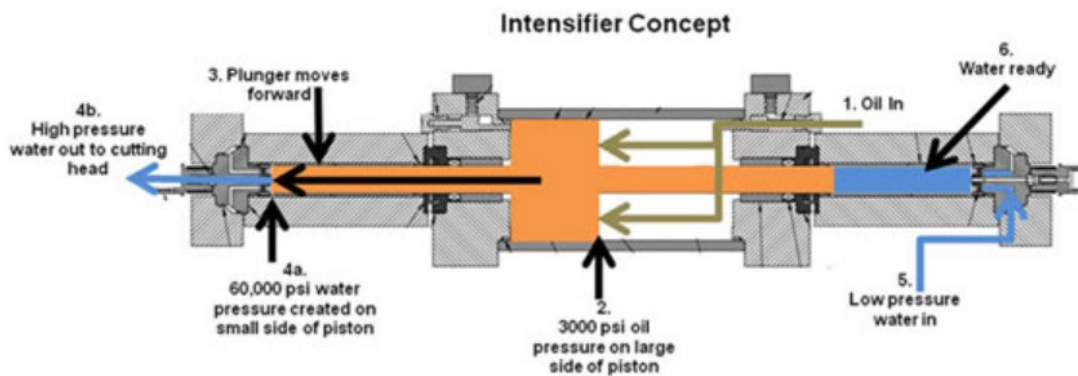
Vesileikkausmenetelmää, jossa veden sekaan sekoitetaan hiovia partikkeleita kuten hiekkaa, kutsutaan abrasiivileikkaukseksi. Hiovat partikkelit parantavat vesisuihkun energiaa ja täten leikkaavuutta. Tällä leikkausmenetelmällä pystytään leikkaamaan paksuja ja korkean tiheyden omaavia kappaleita, kuten lasia, kiveä, messinkiä, teräksiä ja titaania. Hiovien partikkeleiden määrää voidaan säädellä leikattavan materiaalin mukaan, jolloin leikkauksesta saadaan mahdollisimman taloudellista. (8.)

### **3.5 Vesileikkauslaitteiston rakenne**

Vesileikkauslaitteiston tärkeimmät osat ovat pumppu, paineenmuunnin, paineakku ja suutin. Vedenpaine nostetaan hydraulisen paineen kohottajan avulla jopa 400 MPa:aan asti. Vedenpaine tasataan paineakun avulla. Paineakulta vesi johdetaan korkeapaineputkistoa pitkin leikkaussuuttimelle. Laitteiston toiminnan kannalta on tärkeää, että tasapaino pumpun tehon, vesisuihkun paineen, vesisuihkun halkaisijan, sekä nesteen virtausmäärän suhteen säilyy. (11, s 389 - 390.)

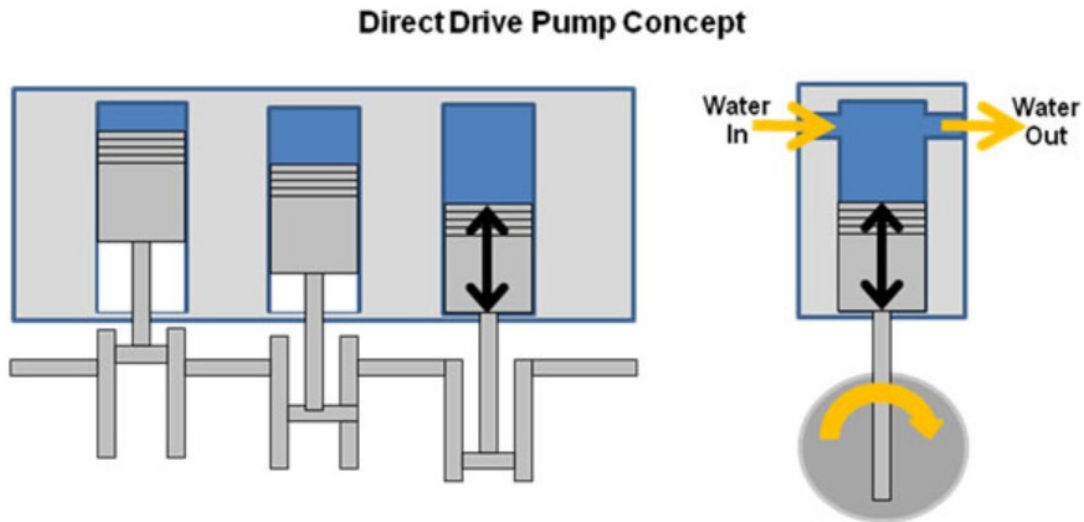
### 3.5.1 Korkeapainepumppu

Vesileikkauslaitteiston yhteydessä käytettävän korkeapaineumpun toimintaperiaatteena käytetään kahta erityyppistä ratkaisua, paineenkohotinta tai suoravetopumppua. Kuvassa 2 esitetty paineenkohotin tarvitsee rakenteensa vuoksi toimiakseen paljon öljyä. Vedenpaine saadaan nostettua öljyn vaikutuksesta liikkuvan männän avulla. (12.)



*KUVA 2. Paineenkohottimen toimintaperiaate (12)*

Kuvassa 3 esitetty suoravetopumppu toimii auton moottorin tavoin. Kierroksia lisäämällä saadaan veden painetta suuremmaksi. Kierrosnopeudet ovat paljon suuremmat verrattuna paineenkohottimen toimintaperiaatteeseen. (12.)



*KUVA 3. Suoravetopumpun toimintaperiaate on autonmoottorin kaltainen (12)*

### **3.5.2 Allas**

Kaikki vesileikkaaminen suoritetaan altaan päällä. Allas sisältää vettä ja toimii ikään kuin patjana vaimentaen vesisuihkun sen lävistäessä leikattavan materiaalin. Veden pinnan korkeutta voidaan säädellä leikkaustavan ja leikattavan materiaalin mukaan. Käytetty abrasiivi ja muu leikkuujäte kertyy altaan pohjalle, josta se voidaan tyhjentää tarvittaessa. (12.)

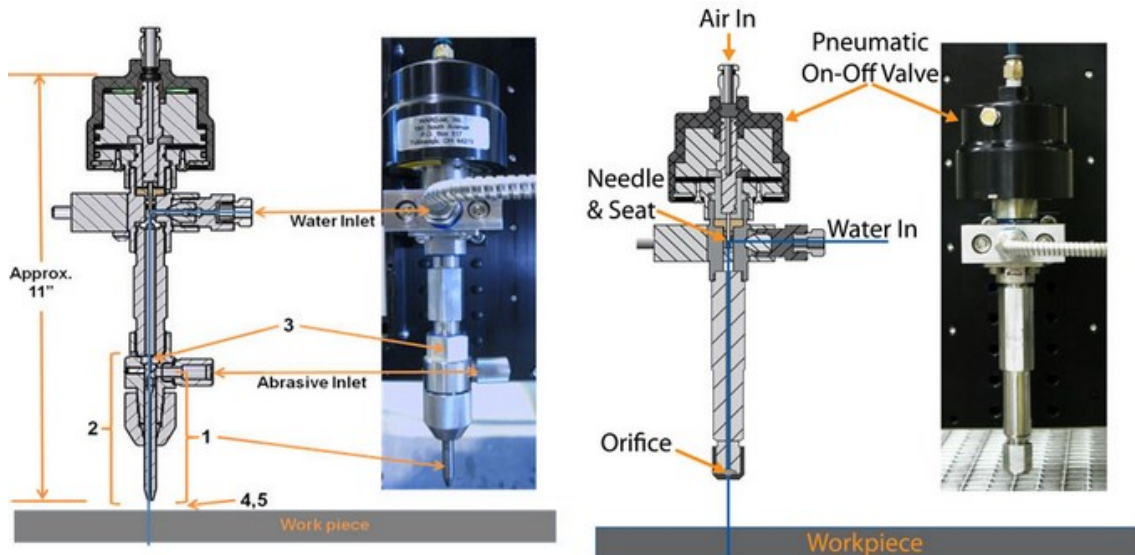
### **3.5.3 Ohjausjärjestelmä**

Ohjausjärjestelmä on yleensä CAD-pohjainen ohjelmisto. Sen avulla saadaan ohjelmoitua koneen parametrit, joilla leikkaus suoritetaan. Tärkeimmät leikkausparametrit liittyvät pääosin leikattavaan materiaaliin, hiekan syötön-, leikkuuratojen-, leikkuunopeuksien- ja vesisuihkun hallintaan sekä suuttimen halkaisijaan. (11, s. 389.)

### **3.5.4 Leikkaussuutin**

Leikkaussuuttimen avulla korkeapaineinen vesisuihku johdetaan leikattavan kappaleen pintaan. Vesisuihkuun lisätään abrasiivia, eli hiovia partikkeleita leikatta-

van materiaalin mukaan tarvittaessa. Pehmeitä materiaaleja leikataan useasti ilman abrasiivia. Kuvassa 4 on esitetty sekä abrasiivi- että puhtasvesileikkaussuuttimen rakenne. (13.)



KUVA 4. Vesileikkauksessa käytettävien suuttimien rakenne (13)

### 3.5.5 Muita mahdollisia lisävarusteita

Abrasiivisäiliö on yksi vesileikkaukselaitteiston yleisimmistä lisäosista. Sen avulla säilötään abrasiivi, joka syötetään automaattisyötön avulla leikkaussuuttimelle. Abrasiivisäiliö voidaan sijoittaa vapaasti koneen läheisyyteen. Säiliöiden koko vaihtelee tarpeiden mukaan noin 50 kg:sta aina 1000 kg:aan saakka. (12.) Integroitava abrasiivin kierrätysjärjestelmä mahdollistaa leikkauksessa käytetyn abrasiivin kierrätyksen. Integroidulla kierrätysjärjestelmällä jopa 60 % käytetystä abrasiivista saadaan uusiokäyttöön. Järjestelmän avulla saadaan eroteltua abrasiivi uudestaan käytettävään ja jätteeseen menevään. Kierrätysjärjestelmä on integroitavissa kaikkiin olemassa oleviin vesileikkaukselaitteistoihin. (14, s. 96.)

3D-leikkuupää mahdollistaa viisteiden ja muotojen leikkaamisen jopa 60°:n kulmaan saakka. 3D-leikkuupään avulla vesileikkaus saadaan entistä kannattavammaksi menetelmäksi. (15.) Leikkuupäähän on saatavilla automaattinen korkeuden säädin. Korkeuden säädin pitää leikkuupään ja leikattavan kappaleen välisen



etäisyyden koko leikkauksen ajan vakiona. Se myös suojaa leikkuupäätä estäen sitä törmäämästä leikattavaan kappaleeseen. (16.)

## **4 VESILEIKATTAVIEN PROFIILIEN RAAKA-AINEET**

### **4.1 Kumit**

Kumi on elastomeeri. Elastomeeri tarkoittaa suurimolekyylistä ainetta, joka palautuu nopeasti lähes alkuperäiseen muotoonsa jännityksen aiheuttamasta muodon muutoksesta. Kun raakakumia silloitetaan esimerkiksi vulkanoimalla, saadaan erilaisia kumituotteita. Vulkanoinnissa elastomeeriketjut sitoutuvat toisiinsa palautumattomasti. Plastinen eli muokattava seos muuttuu siis elastiseksi materiaaliksi. (17.)

#### **4.1.1 EPDM**

Epdm eli eteeni-propeenikumi koostuu eteeni-, propeen- ja dieenimonomeereistä. Epdm-kumilla on erinomainen sään ja otsonin kesto. Se kestää myös hyvin kuumaa vettä, höyryä, heikkoja happoja ja emäksiä. Suositeltava käyttölämpötila-alue  $-50^{\circ}\text{C} \dots +150^{\circ}\text{C}$ . Esimerkkeinä epdm-kumin käyttökohteista sen ominaisuuksiensa vuoksi ovat meriteollisuus, pakkausteollisuuden telastot ja kaivosteollisuus. (18.)

#### **4.1.2 NBR**

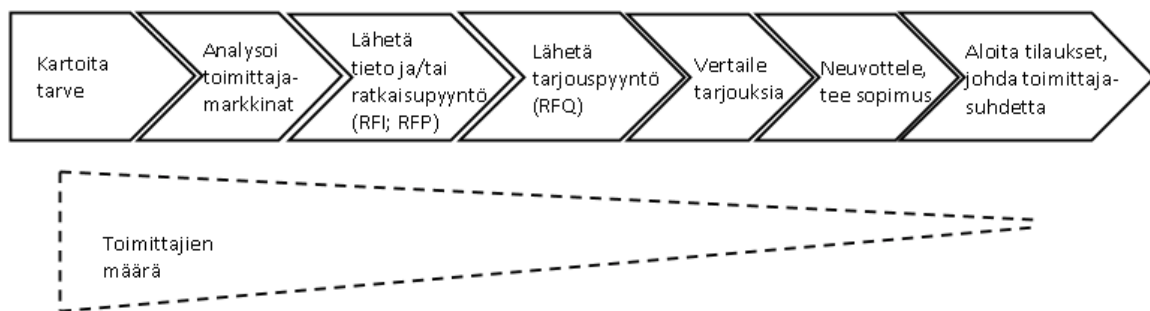
Nbr eli nitrilikumi on kehitetty öljynkestävyyttä vaativiin olosuhteisiin. Nitrilikumi on yksi vanhimmista synteettisistä kumeista. Nbr koostuu akrylinitriilistä ja butadienista, joiden suhdetta muokkaamalla voidaan säädellä kumin ominaisuuksia, kuten öljyn- tai kylmänkestoa. Nbr-kumilla on hyvät mekaaniset ominaisuudet. Se kestää hyvin öljyn lisäksi polttoaineita ja monia liuottimia. Se ei kuitenkaan kestä kloorattuja hiilivetyjä tai estereiden vaikutuksia. Nitrilikumille ominaisia käyttökohteita ovat tiivisteet, öljyn kanssa tekemisissä olevat pinnoitteet, elintarvike- ja lääketeollisuus sekä metsäteollisuuden telapinnoitteet. (19.)

## 4.2 Tpe

Tpe eli termoplastinen elastomeeri on täysin kierrätettävä materiaali. Ominaisuuksiltaan se on yhdistelmä vulkanoitua kumia ja lämpömuovattavaa muovia. Tpe tarjoaa runsaasti mahdollisuuksia tuotesuunnitteluun. Tpe on värjättävissä oleva raaka-aine. Myös kovuusasteita on lukuisia. Termoelastien pintakovuutta mitataan Shore-asteikolla. Tpe kestää hyvin kemikaaleja, pois lukien aromaattiset öljyt ja orgaaniset liuottimet. Se kestää hyvin myös UV-säteilyä ja otsonia. Käyttölämpötila-alue sillä on  $-50^{\circ}\text{C}$  -  $+130^{\circ}\text{C}$ . Tpe:tä voidaan valmistaa myös elintarvikelaatuisena. Tpe:tä käytetään yleisesti ikkuna- ja oviteollisuuden tiivisteratkaisuissa. Tpe:stä voidaan valmistaa tiivisteitä monikomponenttirakenteella, jolloin voidaan yhdistää eri kovuuksia tuotteen eri osiin toiminnallisuuden parantamiseksi. (20.)

## 5 HANKINTAPROSESSIN ERI VAIHEET

Hankintaprosessi on systemaattinen tapa toteuttaa erilaisia hankintoja. Kun noudatetaan hankintaprosessista luotua kaaviota, saadaan todennäköisimmin hankittua yrityksen tarpeisiin parhaiten soveltuva laite, tuote, raaka-aine tai muu vastaava hyödyke. Hankintaprosessi sisältää useita eri vaiheita, jotka on kuvattu alla esitettyssä kuvassa (kuva 5). (21.)



*KUVA 5. Kaavio hankintaprosessista (21)*

Hankinnat voidaan jakaa viiteen pääryhmään. Ryhmäjaottelu auttaa hahmottamaan hankintojen käsittelyyn parhaat työkalut ja keinot. Hankintojen viisi pääryhmää ovat

- toistuvat tuotannon hankinnat
- projektityyppisen tuotannon hankinnat
- investoinnit
- epäsuorat hankinnat
- välitettävät kauppavarat. (22, s. 58–66.)

Toistuvat hankinnat pitää sisällään toistuvaan tuotantoon liittyvät materiaalit, alihankinnat ja palvelut. Projektityyppisen tuotannon hankinnat pitää sisällään vastaavat hankinnat projektityyppisessä tuotannossa. Investoinnit ovat kertaluontoisia ja laajoja hankintoja. Investoinnit pitää sisällään esimerkiksi kiinteistöt, rakennukset, tuotannon koneet ja -laitteet. Epäsuorilla hankinnoilla tarkoitetaan kaikkea, mikä ei liity lopputuotteeseen tai palveluun. Välitettävät kauppavarat

noudattavat usein erilaista logiikkaa kuin muut hankinnat. Esimerkiksi maahan-  
tuonti ja tuotteiden jakelu kuuluvat tähän hankintaryhmään. (22, s. 58–66.)

### **5.1 Tarpeen kartoitus**

Tarpeen kartoitus on kriittinen vaihe hankintaprosessissa, sillä tämä vaihe mää-  
rittelee sen mitä todellisuudessa tarvitaan. Tarpeen määrittelyyn on varattava riit-  
tävästi aikaa, jotta tarvekartoitus olisi mahdollisimman yksityiskohtaisesti toteu-  
tettu. Tarpeen kartoittamisen tueksi onkin hyvä esittää kysymyksiä, jotka jopa ky-  
seenalaistavat hankinnan tarpeellisuutta. Pohdittavia kysymyksiä voivat olla esi-  
merkiksi seuraavat: Kuinka usein tarvitsemme? Tehdäänkö itse vai ostetaanko  
ulkopuolelta? Onko muita vaihtoehtoja? Myös ulkopuolinen toimittaja voi olla  
osana tarvemäärittelyä. Toimittajalta voi saada ratkaisuja tai ehdotuksia palvelun  
toteuttamiseksi. (23.)

### **5.2 Toimittajamarkkinoiden analysointi**

Modernin hankinta-ajattelun lähtökohta on se että tiedetään, mitä toimittajamark-  
kinoilla tapahtuu. Eri alojen messut ja tapahtumat sekä internet ovat hyvä mah-  
dollisuus tutustua toimittajiin ja mahdollisuuksiin. Keskeisiä asioita, joita tässä  
vaiheessa esimerkiksi kartoitetaan ovat, tarjonta, toimittajat, miten markkinat ja-  
kautuvat toimittajien kesken, toimittajien keskinäinen vertailu, tarjonnan laatu ja  
rajoitteet, toimittajiin liittyvät riskit. (24.)

### **5.3 Tietopyynnön lähetys**

Tietopyynnön tarkoituksena on erityisesti kahden asian tarkempi kartoitus. Sillä  
tunnustellaan, onko toimittajalla mielenkiintoa palvella meitä ja onko toimittaja so-  
piva meidän tarpeisiimme. Tietopyyntö lähetetään toimittajamarkkinoiden analy-  
soinnin perusteella valituille toimittajille. Tietopyyntöä laadittaessa on tärkeää  
miettiä, mitä tietoa halutaan toimittajilta ja miten tietoja käytetään toimittajien ver-  
tailua tehdessä. Tietopyynnön yhteydessä ei kannata kysyä liian yksityiskohtaisia  
tietoja vaan nämä tiedot ehditään selvittää hankintaprosessin myöhemmässä vai-  
heessa. (25.)

## 5.4 Tarjouspyynnön lähetys

Tietopyyntöjen analysoinnin seurauksena jäljelle jääneille potentiaalisille toimittajille lähetetään tarjouspyyntö. Tarjouspyyntöön on oleellista sisällyttää seuraavat asiat:

- mitä halutaan
- vaatimukset
- toimitusmäärä
- toimitusaika ja -paikka
- sopimusaika. (26.)

Mitä yksityiskohtaisempi ja tarkempi tarjouspyynnössä esitetty kuvaus on, sitä helpompi tarjoajan on tehdä oikeanlainen tarjous. Kun tarjouspyyntö rajataan yksityiskohtaisesti, on helpompaa myös vertailla saatuja tarjouksia hankintaprosessin myöhemmässä vaiheessa. (26.) Tarjouspyynnön lähetys ei ole kuitenkaan edellytys tarjouksen saamiselle. Tarjouspyynnöllä ei ole oikeudellista merkitystä, joten toimittaja voi olla myös vastaamatta tarjouspyyntöön. (27.)

## 5.5 Saapuneiden tarjousten vertailu

Saapuneiden tarjousten vertailussa käytetään usein mittareina tarpeen määrittelyssä kartoitettuja ominaisuuksia tai tarpeita. Vertailun avuksi voidaan luoda taulukko (kuva 6), jossa toimittajia vertaillaan keskenään luotujen valintakriteereiden ja painoarvojen perusteella. Valintataulukon perusteella toimittajat saadaan pisteytettyä ja asetettua paremmuusjärjestykseen. (28.)

Valintakriteeri	Painoarvo	Yritys A	Yritys B	Yritys C
Hinta	50	38	40	45
Toimitusaika	30	28	25	30
Laatu	20	20	18	17
Yhteensä	100	86	83	92

KUVA 6. Esimerkki toimittajien vertailutaulukosta (28)

## 5.6 Sopimuksen tekeminen

Hankintasopimustyyppiä on erilaisia ja ne ovat lueteltuna alla. Hankintasopimuksissa käsiteltäviä asioita on kuvassa 7.

- Kertaluontoinen sopimus luodaan satunnaisille hankinnoille.
- Vuosisopimuksella sovitaan yhden sopimuskauden toimitukset. Lisäksi sovitaan hinnat, toimitustapa ja laatuasiat.
- Puitesopimuksella sovitaan kotiinkutsut, varastopalvelu- ja erityistoimittajamallit. Tämän sopimustyyppin tarkoitus on ostoprosessin kustannusten alentaminen, varmistaa tavaran tai palvelun saatavuus, volyymietujen hyödyntäminen sekä sopia toimitusehdoista.
- Projektisopimus luodaan jokaiselle projektille erikseen.
- Hyvin tiivis Partnership-sopimus luodaan erittäin luotettavien ja hyvien toimittajien kanssa. (29.)

sopijaosapuolet	sopimuksen tarkoitus	myynti- ja käyttörajoitukset	tuotevastuu
hinta	toimitusaika	voimassaoloaika, optiot	takuu
määritelmät	toimitusehto	lisenssit	reklamaatiot
spesifikaatiot	force majeure -ehdot	patentit	sanktiot

KUVA 7. Asioita, joita hankintasopimus voi sisältää (29)

## 5.7 Tilaus ja tilausvahvistuksen tarkastus

Tilauksen tekeminen on hankintasopimuksen luonnin jälkeen mahdollista toteuttaa ilman kirjallista sopimusta, ja toisinaan hankintatilaus katsotaan sopimukseksi. Suulliset sopimukset sisältävät kuitenkin paljon riskejä, joten tilauksen tekeminen kirjallisena on suositeltavaa. (2.)

Tilauksesta tulisi ilmetä tarkat vaatimukset tuotteen tai palvelun toimittamisesta. Tilauksesta tulee käydä ilmi hyväksytyt tarjouksen numero, tuote- tai palvelukuvaus, hinta, määrä, maksuehto, toimitusaika, toimituslauseke sekä toimitus- ja laskutusosoite. Tilauksen saatuaan toimittaja lähettää usein vielä tilausvahvistuksen ostajalle tarkistettavaksi. (30.)

Tilausvahvistuksessa täsmennetään tilatun tuotteen tai palvelun ehdot. Tilausvahvistuksella voidaan riitatilanteissa näyttää toteen myöhemminkin mistä on sovittu. Mikäli tilausvahvistus ei vastaa sovittua, kannattaa siitä ilmoittaa toiselle osapuolelle viipymättä, ilmoitus kannattaa tehdä kirjallisena. Mikäli molemmat osapuolet hyväksyvät tilausvahvistuksen, tulee sopimuksesta sitova. (26.)



## **6 VESILEIKKAUSLAITTEISTON HANKINTA**

Vesileikkauslaitteiston hankintaprosessin yhteydessä julkitulleet laitetoimittajatiedot, hintatiedot ja muut mahdolliset yritykselle arkaluontoiset asiat on sovittu pidettävän salassa. Laitetoimittajia nimitetään tässä raportissa nimityksin laitetoimittaja 1, -2, -3. Salassa pidettävät hintatiedot käsitellään raportissa xxxx-tyylisti.

### **6.1 Vesileikkaustarpeen kartoitus**

Yritys tuottaa asiakkailleen profiilien jatkojalostuspalvelua. Tämä mahdollistaa asiakkaalle täysin käyttövalmiin tuotteen. Jatkojalostuspalvelun avulla asiakas voi halutessaan saada profiilista valmiin kehän, renkaan, määrämittaan katkaisun tai sovitusti rei'itetyn tuotteen. Tällä hetkellä suurimmat ongelmat jatkojalostuspalvelussa on rei'itettävien ja määrämittaan katkaistavien profiilien kanssa, esimerkiksi viisteen leikkaaminen ei nykyisillä työmenetelmillä onnistu. Nykyinen työmenetelmä synnyttää tarpeettoman paljon materiaalihukkaa, tuotteilla on hidas läpimenoaika ja työntekijät altistuvat todella huonolle työergonomialle. Muita huomioitavia seikkoja mitä tarpeen kartoituksessa huomioitiin, oli mahdollinen leikkuutarve kovemmillekin materiaaleille.

### **6.2 Tarvittavien laiteominaisuuksien määrittely**

Laiteominaisuuksien määrittelyssä laskelmien perusteena käytettiin testileikkaukseen lähetettävien profiilien tuotantoaikoja sekä poikkileikkaus mittoja.

Viisteen leikkaaminen profiilin katkaisun yhteydessä on tärkein ominaisuus ajatellen vesileikkurin hankintaa. Profiilien katkaisumitat ovat enimmillään 2800 mm. Vesileikkurille on saatavilla ns. viistepää. Viistepää on leikuupää, joka mahdollistaa viisi akselisen leikkauksen aina 60° kulmaan saakka. Viisteet toteutetaan nykyisillä menetelmillä pääosin alihankintana. Lisäksi vesileikkurilla tulisi kyetä leikkaamaan reikiä profiilin läpi.

Nyt käytössä oleva manuaalinen työmenetelmä on monivaiheinen ja vaatii useita kappaleen siirtoja ja mittauksia ja kaikki tapahtuu manuaalisesti. Vesileikkauslaitteiston hankinnalla siirtoja ei olisi kuin kaksi. Leikkuupöydälle asettelu sekä valmiin kappaleen siirto, muut työvaiheet hoituisivat tietokoneohjatusti. Tämä muutos parantaisi huomattavasti työntekijöiden työergonomiaa. Lisäksi tietokoneohjatusti suoritettava mittaus tulisi parantamaan kappaleiden mittatarkkuutta.

Hankittavan vesileikkurin avulla 100 kpl:n tuotantoerä puskuriprofiilia tulisi pystyä valmistamaan vähintään yhtä nopeasti kuin nykyisellä manuaalisella menetelmällä. Vesileikkurin leikkuupöydän leveys täytyisi olla riittävän suuri, jotta profiileja voisi asettaa pöydälle useampia kerralla. Nykyisillä menetelmillä 100 kpl:n erän tekemiseen vaaditaan kaksi työntekijää ja noin kahdeksan tuntia työtä. Jotta vesileikkurin hankinta olisi läpimenoajan suhteen kannattavaa pitäisi vesileikkurin leikkuuaika yhtä profiilia kohden olla 4 minuuttia. Tällä leikkuunopeudella 100 kpl:n erässä aikaa menisi 400 minuuttia, tällöin profiilien asetteluun ja poistoon jäisi aikaa 80 minuuttia.

Materiaalin hukka tulisi vähentymään huomattavasti vesileikkurin hankkimisen myötä. Nykyisin hukkaa syntyy katkaisuvaiheessa vähintään profiilin poikkileikkauksen korkeuden verran yhtä katkaisua kohden. Vesileikkuri ei työstövaraa tarvitsisi kuin leikkuu-uran verran. Isokokoisien puskuriprofiilin poikkileikkauksen korkeus voi olla jopa 100 mm, joten yhdestä manuaalisesti tehdystä katkaisusta syntyy vähintään 100 mm hukkaa. Vesileikkurilla tästä syntyvä hukka olisi noin 0,5 mm. Vesileikkuri hankinnan myötä syntyvä materiaalihukka vähenisi 100 kpl:n tuotantoerää kohden teoreettisesti jopa 96 %.

Koska leikattavat profiilit voivat olla hyvinkin suuria ja leikkuutarvetta myös kovemmille materiaaleille saattaa esiintyä, täytyy hankittavassa laitteistossa olla sekä puhdasvesileikkaus, että abrasiivivesileikkaus mahdollisuus.

### **6.3 Laitetoimittajien kartoitus ja valinta**

Laitetoimittajien kartoitus ja valintaprosessi aloitettiin tutkimalla mahdollisten laitet toimittajien www. sivuja. Nopeasti selvisi, että kotimaisia laitet toimittajia ei juuri

ole tarjolla. Ulkomaisia laitetoimittajia sen sijaan on useita. Kartoituksessa kiinnitettiin huomiota laitetoimittajien tarjoamiin laitteistoihin, laitteistojen modifiointi asiakkaan tarpeisiin oli yksi merkittävä tekijä valittaessa mahdollisia toimittajia. Pyrimme myös löytämään laitteistoja, jotka soveltuisivat aiemmin tehdyn laite ominaisuusmäärittelyn perusteella tuotantomme hyvin pienillä muutoksilla. Lopputuloksena valikoitui neljä laitetoimittajaa, kaksi kotimaista ja kaksi ulkomaista.

#### **6.4 Tietopyynnön lähetys ja tarjouspyynnön sisältö**

Ennen varsinaisen tarjouspyynnön lähettämistä, lähestyttiin valikoituja toimittajia kyselyllä testileikkausmahdollisuudesta. Samassa viestissä myös listattiin muutamia ominaisuuksia, joita mahdolliselta laitteistolta tultaisiin vaatimaan. Testileikkaus oli tarkoitus suorittaa kaikilla valituilla laitetoimittajilla. Testileikkauksesta saadut tulokset olivat yksi arvioitava kriteeri laitevalintaa tehdessä. Testileikkauksiin päätettiin lähettää kaksi puskuriprofiilia, jotka ovat läpimenoajan ja materiaalihukan suhteen nykyisillä menetelmillä ongelmallisia. Testileikkausprofiilien materiaaleina oli epdm-kumi sekä tpe. Profiileista piirrettiin työkuvat (liite 1), joiden perusteella leikkaukset oli tarkoitus suorittaa.

Tarjouspyynnön sisältö vastasi täysin laitemäärittelyssä saatuja tuloksia. Halusimme tarjouksen, joka pitäisi sisällään viisteen leikkaamiseen soveltuvan leikkuupään, abrasiivi- ja puhdasvesileikkaus mahdollisuuden, leikkuualan vaatimuksen täyttävän työalan, vaadittavan leikkuu tarkkuuden. Lisäksi tarjouspyynnössä oli osana hintatiedustelut laitteiston asennuksesta, -käyttökoulutuksesta ja -testauksesta sekä tiedustelu huolto- ja varaosa palvelun saatavuudesta.

Ensimmäiset tarjoukset olivat sisällöltään eri laajuisia toisiinsa nähden. Tarjoukset käytiin hyvin yksityiskohtaisesti läpi ja ne pyydettiin uudestaan halutuun muotoon, ennen varsinaisen toimittaja vertailun aloittamista.

#### **6.5 Testileikkausten analysointi**

Testileikatuissa profiileissa ei suuria eroja laadullisesti ollut laitetoimittajien välillä. Testileikkauksissa käytetyt leikkuunopeudet olivat kaikilla toimittajilla hieman alle

vaaditun tuotantonopeuden. Pinnanlaatu oli testileikatuissa profiileissa hyvä, joten leikkuunopeutta voitaisiin sen perusteella kasvattaa. Testileikatut kappaleet olivat sisältään ontoja, ja tämä oli aiheuttanut leikkauksissa jonkin verran ongelmia, etenkin onton osan yli leikatessa. Onton osan kohdalla oli havaittavissa reunojen osalta pientä pyöristymistä. Testileikkausraporttien ja laitetoimittajien kanssa käytyjen keskustelujen perusteella olisi aiheellista miettiä voisiko onton osan korvata jonkinlaisella sisäosalla, jolloin vesisuihku pysyisi kasassa koko leikkauksen ajan. Tämä voisi myös mahdollistaa leikkuunopeuden kasvattamisen entistä suuremmaksi.

## 6.6 Pisteytystaulukon luonti

Tarjottujen laitteistojen vertailussa voidaan käyttää apuna pistearviointia. Pistearvioinnissa luodaan taulukko, johon luodaan arviointikriteerit. Arviointikriteerit on yleensä luotu jo hankintaprosessin aikaisemmassa vaiheessa. Arviointikriteereille voidaan luoda painokertoimet niiden kriittisyytensä mukaan. Lopuksi arviointikriteerit arvostellaan määritellyn arvosteluasteikon mukaisesti. Pisteytystaulukko on puolueeton tapa arvioida ja laatia halutut asiat paremmuusjärjestykseen. (29.)

### 6.6.1 Ominaisuuksien määrittäminen pisteytystaulukkoon

Tarjottujen vesileikkauslaitteistojen vertailu							
Vesileikkauslaitteistojen pistearviointi							
Arvosana välillä 1...5		Tarjotut vesileikkauslaitteistot					
Painokerroin välillä 0...1		Laitetoimittaja 1		Laitetoimittaja 2		Laitetoimittaja 3	
Arviointikriteeri	Painokerroin (0...1)	Arvosana (1...5)	Painotettu arvosana	Arvosana (1...5)	Painotettu arvosana	Arvosana (1...5)	Painotettu arvosana
Hinta	0,9	5	4,5	4	3,6	2	1,8
Testileikkausten laatu	0,8	3	2,4	3	2,4	4	3,2
Leikkuupöydän koko	0,2	5	1	4	0,8	5	1
Pumpun teho	0,3	4	1,2	4	1,2	4	1,2
Soveltuvuus tarpeisiin	1,0	3	3	4	4	4	4
Huollettavuus	0,5	4	2	4	2	4	2
Käyttöturvallisuus	0,7	5	3,5	5	3,5	5	3,5
Varaosapalvelu ja huolto	0,6	2	1,2	4	2,4	5	3
Käyttökoulutuksen kattavuus	0,4	2	0,8	5	2	4	1,6
<b>Yhteensä</b>			<b>19,6</b>		<b>21,9</b>		<b>21,3</b>

KUVA 8. Saapuneiden tarjouksien perusteella luotu pisteytystaulukko

Pisteytystaulukkoon valikoitui yrityksen jatkojalostusprosessin kannalta merkittävimmät arviointikriteerit (kuva 8). Vesileikkauslaitteiston soveltuvuus yrityksen tarpeisiin oli painoarvoltaan määrittelevin arviointikriteeri. Sitä arvioitiin tarjosten

sisällön-, toimittajien kanssa pidettyjen palaverien ja testileikkauksista saatujen raporttien perusteella. Käyttöturvallisuudessa ja leikkuualassa kaikki toimittajat olivat hyvin samankaltaisia. Taulukon merkittävimmät erot syntyivät hinnan ja käyttökoulutuksen arvioinnin perusteella. Laitetoimittaja 1 tarjosi käyttökoulutusta yksi päiväisenä, kun taas laitetoimittaja 2 tarjosi viiden päivän koulutusta. Kaikki toimittajat kertoivat lisäkoulutuspäivien ostamisen mahdollisuudesta. Hinnallisesti kaikki toimittajat ylittivät ennalta laaditun budjetin, mutta neuvottelut budjetin korottamisesta eivät osoittautuneet haastaviksi. Hintakriteerin arvosanat arvioitiin suoraan tarjousten hinnoittelun perusteella.

### 6.6.2 Laite valinnan tekeminen

Laitetoimittajat 2 ja 3 olivat pisteytystaulukon avulla laskettujen yhteispisteiden perusteella lähellä toisiaan. Sen vuoksi laitevalintaa tehdessä nämä kaksi toimittajaa otettiin vielä tarkempaan kahdenkeskiseen vertailuun. Tässä vaiheessa vertailussa käytettäviä arviointikriteereitä vähennettiin. Arviointikriteereiksi valikoitui ne, joiden painoarvo on alkuperäisessä pisteytystaulukossa vähintään 0,6 (Kuva 9). Tämän jälkeenkään ei laitetoimittajien paremmuusjärjestys yhteispisteiden osalta muuttunut.

Tarjottujen vesileikkauslaitteistojen vertailu						
Vesileikkauslaitteistojen pistearviointi						
Arvosana välillä 1...5		Laitetoimittajat				
Painokerroin välillä 0,6...1		Laitetoimittaja 2		Laitetoimittaja 3		
Arviointikriteeri	Painokerroin (0...1)	Arvosana (1...5)	Painotettu arvosana	Arvosana (1...5)	Painotettu arvosana	
Hinta	0,9	4	3,6	2	1,8	
Testileikkausten laatu	0,8	3	2,4	4	3,2	
Soveltuvuus tarpeisiin	1,0	4	4	4	4	
Käyttöturvallisuus	0,7	5	3,5	5	3,5	
Varaosapalvelu ja huolto	0,6	4	2,4	5	3	
<b>Yhteensä</b>			<b>15,9</b>		<b>15,5</b>	

KUVA 9. Kahden laitetoimittajan välinen pisteytystaulukko

Ennen laitevalinnan ja -toimittajan valintaa tarjoukset käytiin vielä yksityiskohtaisesti läpi. Tarjoukset olivat sisällöltään samankaltaiset. Alkuperäinen laitteiston

investoinnille suunniteltu budjetti tulisi joka tapauksessa ylittymään, joten päädyimme valitsemaan laitetoimittaja 2, jonka tarjous oli edullisempi kuin laitetoimittaja 1:en.

## **6.7 Laitetilauksen tekeminen**

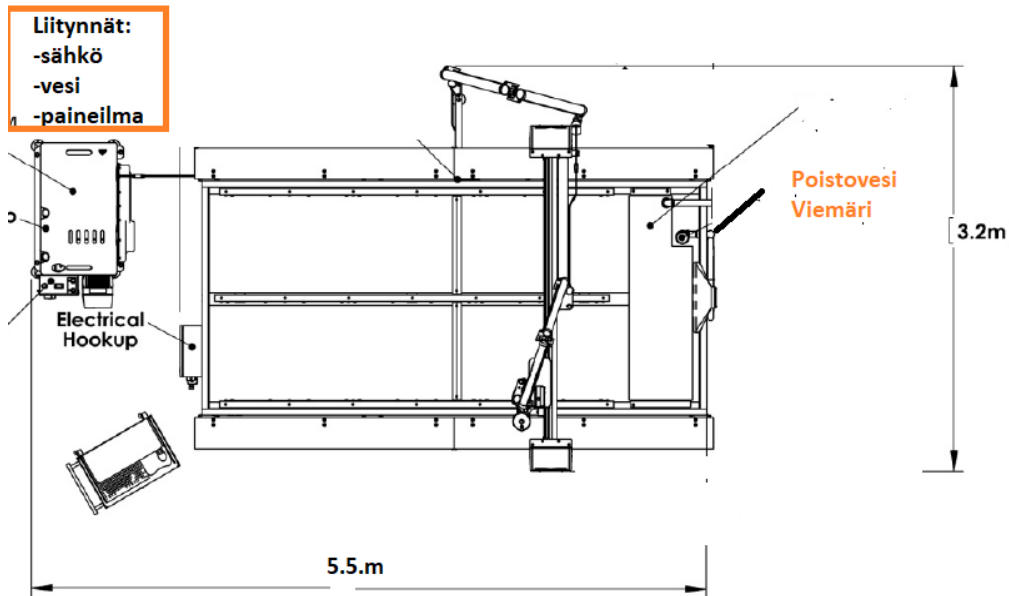
Laitetilauksen tekemistä ennen neuvotteltiin laitetoimittajan edustajan kanssa vielä lopullisesta tarjouksen sisällöstä. Uuden tarjouksen perusteella laadimme tilaussopimuksen, josta ilmeni hyväksytyyn tarjouksen tarjousnumero, tilausehdot, maksuehdot, toimitusehdot ja takuuehdot. Tilaussopimukseen kirjattiin myös muita yrityksen kannalta merkittäviä tilauksen toteutumiseen liittyviä ehtoja.

## **6.8 Toimenpiteet asennuspaikan suhteen**

Vesileikkauslaitteistolle oli olemassa jo tilavaraus. Tilassa johon laitteisto asennettaisiin ei ole lattiakaivoa vedenpoistoa varten. Veden poistoon täytyy löytyä jokin muu vaihtoehtoinen keino, tätä käsitellään raportin myöhemmässä vaiheessa, kohdassa vesileikkauslaitteiston tilauksen jälkeiset jatkotoimet. Laitteiston tarvitsemat liitynnät ja tarkempi havainnointi kuva tilatarpeesta on esitelty alla.

### **6.8.1 Layout**

Tilattavan laitteiston tarvitsema lattiapinta-ala on noin 20 m<sup>2</sup>. Lisäksi laitteisto tarvitsee ympäriinsä tilaa esimerkiksi huoltoa varten vähintään 0,9 m. Kuvassa 10 on havainnointikuva laitteen vaatimasta tilasta. Abrasiivisäiliö on vapaasti sijoitettavissa koneen yhteyteen.



KUVA 10. Havainnekuva tilatun vesileikkauslaitteiston tarvitsemasta lattia pinta-alasta; huoltotilaa ja abrasiivisäiliötä ei ole merkitty kuvaan

### 6.8.2 Sähkö-, vesi- ja ilmaliitännät

Tiedot ja vaatimukset sähkö-, vesi- ja ilmaliitännöistä saimme tilaussopimuksen yhteydessä laitetoimittajalta. Nämä tiedot on esitetty kuvassa 11. Lisäksi syötettävälle vedelle tulisi tehdä vesianalyysi.

	Vesileikkauslaitteiston liitännät
Sähkö	380 - 400 V, sulakkeet 3x75A
Vesi	6 - 12 l/min
Ilma	75-120 psi (5,17 - 8,27 bar)

KUVA 11. Vesileikkauslaitteiston vaatimuksia sähkö, vesi- ja ilmaliitännöille

## **7 VESILEIKKAUSLAITTEISTON TILAUKSEN JÄLKEISET JATKO- TOIMET**

Kun vesileikkauslaitteisto on tilattu, täytyy valmistautua laitteiston saapumiseen ja laitteiston käyttöönoton jälkeiseen aikaan. Seuraavassa esitellään jatkotoimia, joita täytyy ja kannattaa tehdä ennen ja jälkeen laitteiston saapumisen.

### **7.1 Ennen vesileikkauslaitteiston saapumista suoritettavat ja suositeltavat toimenpiteet**

Vesileikkurin tilauksen jälkeisiä jatkotoimia on hyvä alkaa suunnittelemaan ja miettimään heti kun laitteiston tilaus on suoritettu. Laitteiston asennukseen liittyvät tiedot vesi-, ilma- ja sähköliitynnöistä saatiin laitetoimittajalta ja näistä on sovitettava urakoitsijoiden kanssa hyvissä ajoin ennen laitteiston saapumista.

Tilassa johon laitteisto sijoitetaan ei ole lattiakaivoa ja vesileikkurin ympäristöön vesiroiskeita ja epäpuhtauksia on erittäin suurella todennäköisyydellä odotettavissa. Lattiakaivon puuttuminen täytyy huomioida etukäteisvalmistelujen yhteydessä. Ratkaisu voisi olla esimerkiksi, lattian railottaminen. Sen avulla vesi voitaisiin johtaa pumpulle, jolla se siirrettäisiin pois.

Myös henkilöt, jotka osallistuvat vesileikkurin käyttökoulutukseen, täytyy valikoida ennen kuin laitteiston saapumista. Tämä mahdollistaisi näiden henkilöiden perehdyttämisen vesileikkaukseen teoriatasolla. Näin käyttökoulutus saataisiin mahdollisesti tehokkaammin hyödynnettyä.

### **7.2 Vesileikkauslaitteiston saapumisen jälkeisiä toimia**

Kun vesileikkauslaitteisto on asennettu sekä käyttöönotettu hyväksytysti ja käyttökoulutus suoritettu, voidaan se vaiheittain ottaa tuotannon avuksi. Ensimmäisessä vaiheessa suoritetaan testauksia, joiden avulla etsitään optimaaliset leikkuuparametrit tuotantoajoihin. Testiajojen perusteella voidaan myös määritellä konetuntihinta myynnin tueksi. Konetuntihinnan avulla määritetään vesileikkuri-



kerroin, jota myynti voi käyttää tarjouslaskennoissaan. Sen jälkeen aloitetaan tarvittavien apuvälineiden suunnittelu, kuten profiilikohtaiset leikkuupöydän jiggit ja onttojen osien insertit. Leikkuupöydälle tulevien jigien tavoite olisi saada useampi kappale kerralla työstettäväksi. Onttojen osien insertien avulla taas saadaan kasvatettua leikkuu nopeuksia, kuitenkin huonontamatta leikkuu pintoja. Lisäksi suunnitellaan aputasot, joiden avulla profiilien siirtäminen leikkuupöydälle ja sieltä pois onnistuisi hyvin.

Kun vesileikkuri on tuotannollistettu ja sen käytöstä on saatu tarvittava määrä kokemusta. Voidaan alkaa kartoittamaan sen luomia uusia markkinoita. Uudet markkinat voisivat mahdollistaa laitteistolle nopeamman takaisin maksuajan, kun vesileikkauslaitteiston käyttöastetta saataisiin nostettua korkeammaksi.

### **7.3 Laitehankintaohjeen käyttöönotto**

Yritykselle luotiin työn edetessä laitehankintaohje tulevia laitehankintoja varten. Hankintaohje on myös soveltuva muidenkin hankintojen ja investointien tueksi. Hankintaohje katselmoidaan yrityksen hankinnoista vastaavien kesken. Hankintaohjeesta luodaan Excel-pohja, jonka on tarkoitus helpottaa ohjeen seuraamista hankintaprosessin aikana. Excel pohja tallennetaan kaikkien saataville verkkokansioon.

## 8 LAITEHANKINTAOHJE YRITYKSELLE

Vesileikkauslaitteiston hankintaprosessin perusteella luotiin yritykselle sisäinen laitehankinta ohje. Ohjeen on määrä nopeuttaa, yhtenäistää ja helpottaa tulevia laitehankintaprosesseja. Ohje on suuntaa antava, mutta sisältää kaikki tarvittavat vaiheet onnistuneen laitehankintaprosessin toteutumiseen. Ohjetta voi käyttää soveltaen muihinkin hankintoihin.

### 8.1 Laitehankinnan vaiheet

Laitehankintaprosessissa noudatetaan aina samoja tiettyjä vaiheita. Laitehankinta aloitetaan laitteiston ominaisuuksien määrittämisellä. Kun laitteiston ominaisuudet on määritelty riittävän tarkasti, aloitetaan toimittajamarkkinoiden analysointi. Analysoinnin tuloksena valittuja toimittajia pitää olla vähintään kolme kappaletta. Valituille toimittajille lähetetään tietopyyntö, josta käy ilmi millaista laitteistoa yritykselle ollaan hankkimassa. Tietopyyntöjen jälkeen luodaan tarjouspyyntö, joka lähetetään tietopyynnön perusteella soveltuville laitetoimittajille. Saapuneet tarjoukset neuvotellaan toimittajien kanssa sisällöiltään samankaltaisiksi. Laaditaan pisteytystaulukko painokertoimin tarjousten perusteella. Valitaan yrityksen tarpeisiin parhaiten soveltuva laitteisto ja suoritetaan laitteiston tilaus. Seuraavassa on esitely keskeisimmät asiat, joita täytyy ottaa huomioon edellä mainituissa eri prosessin vaiheissa.

### 8.2 Laitteiston ominaisuuksien määrittäminen

Laitteiston ominaisuuksia määriteltäessä on otettava huomioon seuraavat asiat.

- Mihin ongelmaan haetaan ratkaisua? mistä ongelma johtuu?
- Pystyykö laitteisto poistamaan tai korjaamaan havaitun ongelman?
- Millä laitteiston ominaisuuksilla on ongelman kannalta merkitystä?
- Onko laitteistoon saatavilla ominaisuuksia, joita voitaisiin hyödyntää muissakin kohteissa?
- Onko laitteistossa ominaisuuksia, jotka ovat merkityksettömiä? Voiko näitä riisua pois?

- Budjetoi laitehankinta. Suuntaa antava budjetti on tässä vaiheessa riittävä.

Laitteiston ominaisuuksien määrittäminen tulee tehdä huolella, jotta prosessin seuraavissa vaiheissa ylimääräiseltä työltä säästytettäisiin. Ensimmäisenä täytyy havainnoida ongelma, johon ratkaisua haetaan. Ongelman analysoinnin jälkeen voidaan miettiä keinoja ongelman poistamiseen. Useasti ongelman ratkaisuun löytyy useita eri vaihtoehtoja. Jos hyviä vaihtoehtoja on paljon, voidaan miettiä asiaa laajemmalla tuotannollisella näkökulmalla. Näin voidaan löytää ratkaisu, joka olisi tuotannolle muutenkin avuksi tai mahdollistaisi jopa uusia markkinoita.

Kun hankittava laitteisto on valittu, voidaan lähteä määrittelemään laitteistolle tarvittavia ominaisuuksia. Ominaisuuksien määrittelyssä ei laitteistoa kannata yli mitoitaa, koska yli mitoitus voi nostaa laitteen hankintahintaa huomattavasti. Ominaisuusmäärittely on tärkeä vaihe, kun tarjouspyyntöä lähdetään luomaan.

Alustava budjetti kannattaa myös miettiä hankintaprojektin aloitusvaiheessa. Tässä vaiheessa luotu budjetti on lähinnä arvio hankintahinnasta, mutta sen avulla kuitenkin on mahdollista hieman varautua tulevan laitehankinnan kustannuksiin.

### **8.3 Laitetoimittajien kartoitus**

Laitetoimittajien kartoitusvaihe hankintaprosessista voidaan toteuttaa monella eri tavalla. Laitetoimittaja kartoitusta voi tehdä messuilla, valmistajien kotisivujen perusteella tai olemassa olevien laite-toimittaja kontaktien kautta. Covid-19-tilanteen vuoksi paras ja suositeltava työkalu toimittajien kartoittamiseen on internet.

Laitetoimittajia kartoitettaessa pyritään löytämään useampi toimittaja. Laitetoimittajien kartoituksessa on hyvä löytää sekä kotimaisia- että ulkomaisia toimittajia. Näin saat luotua tarjouskilpailuun isomman ja laajemman markkinakentän.

### **8.4 Tarjouspyynnön laatiminen**

Laitetoimittajien kartoittamisen jälkeen lähetetään tietopyyntö kaikille valituille laite-toimittajille. Tietopyyntöön kirjataan muutama tärkeä ominaisuus, joita koneelta

tai laitteistolta vaaditaan. Lisäksi tietopyyntöön kannattaa sisällyttää tiedustelu onko mahdollista suorittaa pienimuotoinen tuotannollinen testi. Tällä voidaan osittain varmistua siitä, että mahdollisesti tarjottava laitteisto tulisi olemaan omaan toimintaamme soveltuva.

Kun tietopyyntöihin on vastattu, lähdetään toimittajille tarjouspyyntö, johon on kirjattu täsmällisesti ja tarkasti kaikki ne ominaisuudet, joita koneelta tai laitteistolta vaaditaan. Nämä ominaisuudet on määritelty aiemmin laitteiston ominaisuusmäärittelyn yhteydessä. Tee tarjouspyyntö huolella niin välttyt ylimääräiseltä työltä prosessin seuraavissa vaiheissa.

## 8.5 Tarjousten vastaanottaminen

Kun tarjoukset saapuvat luo toimittaja kohtainen Excel taulukko, johon poimit jokaisen tarjouksen perusteella tiedot laitteistojen perusominaisuuksista (Kuva 12). Tämä helpottaa tarjousten vertailussa, sekä myöhemmässä vaiheessa tehtävän pisteytystaulukon laatimista. Käy tarjoukset huolellisesti läpi, useampaan kertaan. Mikäli tarjouksiin on sisällytetty paljon ominaisuuksia, joita ei missään tapauksessa tarvita, ota yhteys toimittajaan ja pyydä tarjous ilman niitä. Laitetoimittajien vertailu on todella vaikeaa, mikäli tarjousten sisällöt poikkeavat toisistaan.

	Toimittaja 1	Toimittaja 2	Toimittaja 3
<b>Hinta [€]</b>	XXXX	XXXX	XXXX
<b>Työala, suora [mm]</b>	3100x1600	3048x1575	3100x1600
<b>Työala, 3D [mm]</b>	3100x1600	2895x1231	hieman pienempi
<b>Max. leikkuukulma</b>	60	60	60
<b>Pumpun teho [kW]</b>	37	37	22
<b>Max. paine [bar]</b>	4137	4100	3800
<b>Sähkö</b>	380 - 400 V	380 - 400 V	380 - 400 V
<b>Vesi</b>	5 - 15 l/min	5 - 15 l/min	ei tiedossa
<b>Ilma</b>	8 - 10 bar	8 - 10 bar	ei tiedossa
<b>Max. liikenopeus [m/min]</b>	20	12,7	15
<b>Leikkaus veden alla</b>	kyllä	kyllä	ei
<b>Abrasiivisuutin</b>	kyllä	kyllä	kyllä
<b>Puhdasvesisuutin</b>	ominaisuus mukana	kyllä	kyllä
<b>Abrasiivisäiliö [kg]</b>	300	270	200
<b>Koulutus</b>	perus(1päivä)	kattava(yht.5päivää)	hyvä (2+1 päivää)
<b>Asennus sisältyy</b>	kyllä	kyllä	kyllä
<b>Toimitusaika tilauksesta</b>	n.2-4 kk	10-12 vko	n. 5kk

*KUVA 12. Esimerkki, tarjousten perusteella luodusta taulukosta. Taulukko on hyvä apuväline tarjousten vertailun tekemiseen.*

## 8.6 Laitetoimittajan valinta

Pisteytystaulukkoon valitut arviointikriteerit tulee valita niistä ominaisuuksista, jotka ovat yritykselle tai laitteen toiminnan kannalta merkityksellisiä. Alla on esimerkki pisteytystaulukosta (Kuva 13). Ominaisuudet, joita siihen on kirjattuna ovat hyvin yleisiä ominaisuuksien määrittelyssä. Painokertoimien luomisessa täytyy miettiä mikä luotu arviointikriteeri on eniten merkitsevä ja mikä vähiten merkitsevä laitteen toiminnan kannalta. Painokertoimet voi luoda alla olevan esimerkin tapaisesti, välille 0-1.

		Laitetoimittaja 1		Laitetoimittaja 2		Laitetoimittaja 3	
Arviointikriteeri	Painokerroin (0..1)	Arvosana (0...5)	Painotettu arvo	Arvosana (0...5)	Painotettu arvo	Arvosana (0...5)	Painotettu arvo
Hinta	0,8	3	2,4	2	1,6	4	3,2
Huollettavuus	0,5	4	2	2	1	5	2,5
Varaosapalvelu	0,9	4	3,6	4	3,6	3	2,7
Käyttökoulutus	0,3	3	0,9	5	1,5	3	0,9
Käyttöturvallisuus	1	5	5	4	4	4	4
Soveltuvuus tarpeisiin	0,6	3	1,8	1	0,6	5	3
<b>Pisteet yhteensä</b>			15,7		12,3		16,3

*KUVA 13. Esimerkki pisteytystaulukosta. Tämän esimerkin perusteella paras vaihtoehto olisi laitetoimittaja 3.*

Taulukon perusteella eniten pisteitä saanut vaihtoehto valitaan. Mikäli on mahdollista, pisteytystaulukko kannattaa hyväksyttävä useammallakin henkilöllä, jotta se olisi mahdollisimman puolueettomasti toteutettu. Mikäli laitetoimittajat päätyvät yhtä suuriin pisteisiin voidaan pisteytystaulukkoa muokata poistamalla pienen painokertoimen omaavia arviointikriteereitä. Näin päästään arvioimaan toimittajia yritykselle oikeasti tärkeiden kriteereiden perusteella. Mikäli kaikesta huolimatta laitetoimittajien saamat pisteet ovat tasan, voidaan laitetoimittajan valinta tehdä suurimman painokertoimen omaavan arviointikriteerin perusteella.

## 8.7 Laitteiston tilaaminen

Kun laitetoimittaja on valittu, tehdään laitetilaus. Tilauksessa on tärkeää viitata juuri siihen tarjoukseen, joka halutaan hyväksyä. Käytä viittauksessa tarjousnumeroa. Mikäli tarjousnumeroa ei mainita tilauksessa voi laitetoimittaja olettaa vir-

heellisesti, että tilaus koskee viimeisintä lähetettyä tarjousta. Tällä saadaan mini-moitua väärin käsitykset, mikäli laitetoimittaja on lähettänyt useampia tarjouksia hankintaan liittyen. Tilauksen yhteydessä on myös sovittava toimitus- ja maksuehdot. Yleensä nämä ovat jo eriteltyinä tarjouksen mukana. Lisäksi tilauksen yhteydessä tulee varmistua vielä asennusten ja käyttöönoton kuulumisesta tarjoukseen.

Tilauksen tehtyäsi vaadi toimittajaa lähettämään tilausvahvistus kirjallisena. Tarkista, että kaikki tiedot täsmäävät tehdyn tilauksen kanssa. Mikäli saapunut tilaus ei vastaa täysin tilausvahvistuksessa määriteltyä, voidaan tilausvahvistuksen perusteella vaatia toimittajaa korjaamaan puutteet. Muista myös vaatia laitetoimittajalta tiedot siitä mitä valmisteluja mahdollisesti olisi tehtävä ennen laitteiston saapumista ja asennusta.

## **8.8 Laitehankintaprosessin onnistuminen**

Kun laitehankinta on suoritettu, laitteisto saapunut ja se on otettu käyttöön tuotannossa, voidaan arvioida hankintaprosessin onnistumista. Hyviä mittareita onnistumisen arviointiin on useita. Yksi onnistumisen mittari voi olla laitehankinnalle luotu budjetti. Mikäli etukäteen suunniteltu ja arvioitu budjetti riitti kattamaan hankinnan kustannukset niin prosessia voidaan pitää sen näkökulmasta erittäin onnistuneena. Toinen mittari hieman eri näkökulmasta voisi olla tuotannollistamisen onnistuminen. Mikäli laitteisto saatiin tuotannollistettua suunnitellusti ja mikäli laitteiston avulla tuotannon tehokkuutta saatiin kasvatettua suuremmaksi aiemmasta, tällöin hankintaprosessin voidaan katsoa onnistuneen.

Onnistumisen mittareita laatiessa voidaan luoda myös laitevalinnan tukena käytetyn pisteytystaulukon mukainen taulukko, johon määritellään arviointikriteerien paikalle hankintaprosessin onnistumisen mittareita. Taulukon avulla voidaan kerätä tietoa yrityksen eri hankintaprosessien onnistumisista. Tällä tavalla hankintaprosesseissa toistuvat epäkohdat voisi nousta esiin ja niihin voitaisiin puuttua kohdennetusti.

## 9 POHDINTA

Vesileikkauslaitteiston investointiprosessi sujui projektisuunnitelman mukaisessa aikataulussa. Laitetoimittajien kartoitukseen ja tarjouspyyntöjen laatimiseen olisi voinut käyttää enemmän aikaa ja suunnitelmallisuutta. Kiireisen aikataulun vuoksi ei täysin noudatettu valmistunutta laitehankintaohjetta. Tämän vuoksi ensimmäiset saapuneet tarjoukset olivat sisällöiltään hyvin erilaajuisia, joten toimitajilta täytyi pyytää uudet tarjoukset muokatuilla sisällöillä. Perusteellisemmalla laitetoimittajien kartoituksella olisi voinut valikoitua enemmän mahdollisia toimitajia. Nyt laitetoimittajia valikoitiin neljä, joille tietopyyntö lähetettiin. Näistä kolmelta toimittajalta saatiin tarjous. Mikäli tietopyyntö olisi lähetetty useammalle laitetoimittajalle, olisi tarjouksia ollut vertailussa mukana enemmän.

Yrityksellä oli hyvin selkeä näkemys siitä, että vesileikkuri on oikeanlainen laitteisto ongelman ratkaisuun. Nyt eri koneiden vertailua ei tässä työssä tehty, joten olisiko markkinoilla mahdollisesti ollut jokin laitteisto, jolla ongelmaa olisi myös voitu ratkaista, jäi työssäni tutkimatta. Työn aikana tutustuttiin hyvin tarkasti vesileikkureihin ja niiden luomiin mahdollisuuksiin. Sen perusteella voidaan todeta vesileikkurin olevan erittäin hyvin soveltuva laitteisto yrityksen ongelmien ratkaisemiseen.

Yritykselle luotua laitehankintaohjetta voidaan käyttää yrityksen sisällä myös muun tyyppisten hankintojen tueksi. Yrityksellä on useita toistuvia hankintoja ja näiden hankintojen ostoprosessin tarkastelu voisi olla aiheellista. Suurimmat toistuvat hankinnat rahallisesti mitattuna yrityksellä koskevat raaka-aineita ja pakkausmateriaaleja. Mikäli kyseisissä ostoprosesseissa olisi korjattavaa, voisi niistä kertyä yritykselle tuntuviakin säästöjä.

Hiilineutraalit kestävätkin ratkaisut ovat yksi merkittävimpiä yrityksen kehittämisen kohteita. Sen näkökulmasta voidaan todeta vesileikkauslaitteiston olevan varsin hyvä ratkaisu. Leikkausparametrit ovat täysin säädettävissä leikattavien kappaleten mukaan. Parametrien avulla voidaan tehokkaasti säätää sekä veden että

abrasiivin kulutus leikkaustarpeeseen sopivaksi. Lisäksi käytetyn abrasiivin kierrättäminen ja saaminen uusiokäyttöön on mahdollista. Abrasiivin kierrätys voidaan toteuttaa ostopalveluna tai hankkimalla kierrätykseen soveltuva vesileikkuriin integroitava kierrätyslaitteisto. Laitteistossa oleva paineenkohotukseen käytettävä pumppu käy ainoastaan leikkauksen aikana ja näin poistaa turhan energian käytön.

Hankintana vesileikkauslaitteisto on varsin pitkäikäinen. Laitteistoja kilpailuttaessa tuli ilmi useita tapauksia, joissa vesileikkauslaitteisto oli ollut tuotannollisessa käytössä jopa useamman kymmenen vuoden ajan. Laitteiston huollettavuus ja huoltotoimet voidaan suorittaa pääasiassa itsenäisesti. Kuluvat osat ovat helposti saatavilla ja hankintakustannuksiltaan varsin edullisia. Kun verrataan vesileikkauslaitteiston käytettävyyttä esimerkiksi työstökeskuksiin, voidaan todeta, että vesileikkauslaitteisto on käyttökohteiltaan ja leikkausominaisuuksiltaan hyvin paljon monipuolisempi ja antaa yksittäisenä laitteistona yritykselle paljon enemmän käyttökohteita ja vaihtoehtoja.

Kun verrataan valmistunutta opinnäytetyötä työn alussa luotuun lähtötietomuistiin sekä projektisuunnitelmaan, voidaan todeta, että opinnäytetyössä saavutettiin sille asetetut tavoitteet hyvin. Lähtötietomuistiossa kirjattujen tavoitteiden mukaan opinnäytetyössä tuli määrittellä vesileikkauslaitteiston tarvittavat ominaisuudet, kartoittaa niiden perusteella sopiva laitteisto, kilpailuttaa se vähintään kolmen laitetoimittajan kesken sekä tehdä laitteiston valinta pisteytystaulukkoa apuna käyttäen. Yritykselle luotu laitehankintaohje lisättiin opinnäytetyön tavoitteisiin projektisuunnitelmaa tehdessä.

Opinnäytetyön aikana opin kiinnittämään huomiota pieniinkin yksityiskohtiin, jotka auttavat todella paljon hankintaprosessin eri vaiheissa. Hankintaprosessin alussa tehtävät määrittelyt yrityksen tarpeille ja laitteiston ominaisuuksille, ovat kriittisiä myös tarjouspyynnön ja tarjousten vertailun kannalta. Nämä vaikuttavat oleellisesti myös hankintaprosessin onnistumiseen. Hankintaprosessin onnistumista varten luotiinkin mittareita yrityksen sisäisen laitehankintaohjeen yhteyteen. Mittareilla voidaan arvioida laitehankinnan onnistumista eri näkökulmista.



## LÄHTEET

1. Palvelut. OT-Kumi Oy. Saatavissa: <https://ot-kumi.com/palvelut/>. Hakupäivä 6.4.2021.
2. OT-Kumi Oy. Finder. Saatavissa: <https://www.finder.fi/Tiivisteet/OT-Kumi+Oy/li/yhteystiedot/160308>. Hakupäivä 6.4.2021.
3. Materiaalit. OT-Kumi Oy. Saatavissa: <https://ot-kumi.com/materiaalit/>. Hakupäivä 6.4.2021.
4. OT-Kumi Oy – laatua ja räätälöintiä asiakaslähtöisesti. Kumiteollisuus ry. Saatavissa: [http://www.kumiteollisuus.fi/fin/jasenyriytykset/esitely\\_ot\\_kumi\\_oy/](http://www.kumiteollisuus.fi/fin/jasenyriytykset/esitely_ot_kumi_oy/). Hakupäivä 13.4.2021.
5. News, The History of WaterJet Technology. 2016. Precision Waterjet & Laser. Saatavissa: <http://www.h2ojet.com/news/the-history-of-waterjet-technology>. Hakupäivä 29.04.2021.
6. History of waterjet. 2020. Aqua Jet. Saatavissa: <https://www.aquajet.co.uk/waterjet/history-of-waterjet/>. Hakupäivä 29.4.2021
7. Learn about water jet. WaterJetSweden Ab. Saatavissa: <https://www.waterjetsweden.com/learn-water-jet>. Hakupäivä 7.4.2021.
8. Vesileikkaus. 2009. Turun Water Cut Oy. Saatavissa: <https://watercut.fi/vesileikkaus/>. Hakupäivä 7.4.2021.
9. Tietoa vesileikkauksesta. 2020. Muototerä Oy. Saatavissa: <https://muototerä.com/fi/ratkaisut/tietoa-vesileikkauksesta/>. Hakupäivä 7.4.2021.

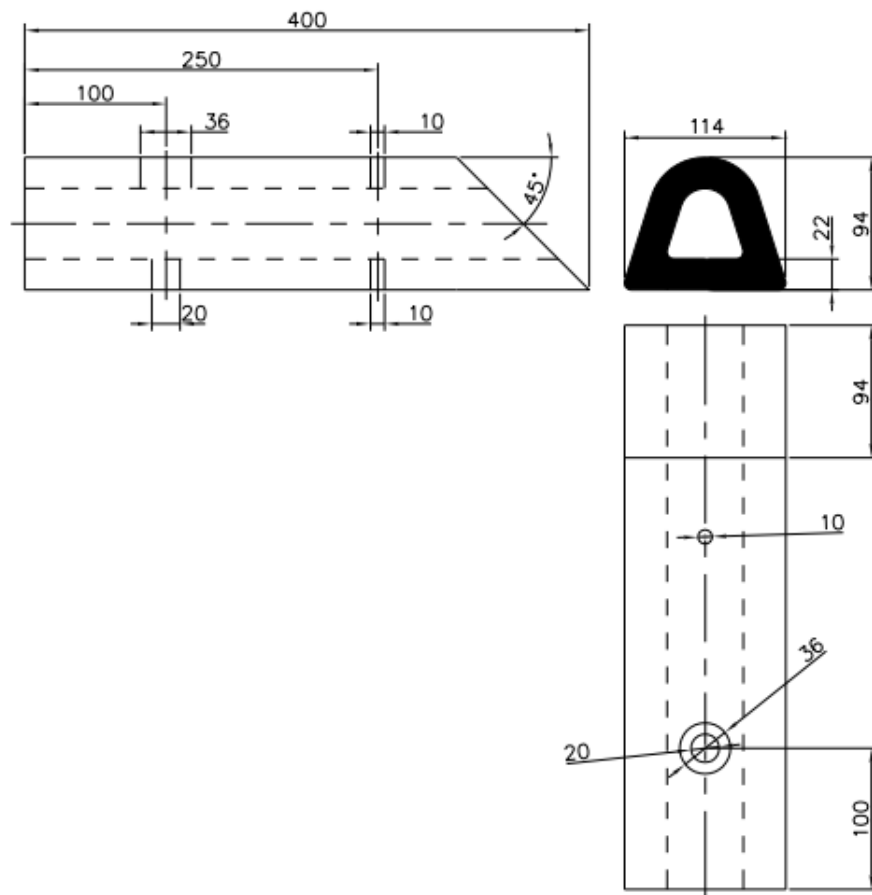
10. Introduction to waterjet cutting. 2021. Wardjet. Saatavissa: <https://wardjet.com/waterjet/university/intro>. Hakupäivä 7.4.2021.
11. Ihalainen, Erkki – Aaltonen, Kalevi – Aromäki, Mauri – Sihvonen, Pentti 1985. Valmistustekniikka. 7., muuttumaton painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
12. Pumps. 2021. Wardjet. Saatavissa: <https://wardjet.com/waterjet/university/pumps>. Hakupäivä 14.4.2021.
13. Precision and Quality. 2021. Wardjet. Saatavissa: <https://wardjet.com/waterjet/university/precision-quality>. Hakupäivä 19.04.2021.
14. Eurometalli, metalliteollisuuden erikoislehti, nro 7, 13. vsk. PTV-abrasiivin kierrätysjärjestelmä. 2016. S. 96. Saatavissa: [https://issuu.com/eurometalli/docs/em7\\_2016/96](https://issuu.com/eurometalli/docs/em7_2016/96). Hakupäivä 22.4.2021.
15. A-Jet Accessories. 2021. Omax. Saatavissa: <https://www.omax.com/accessories/a-jet>. Hakupäivä 22.04.2021.
16. Terrain follower Accessories. 2021. Omax. Saatavissa: <https://www.omax.com/accessories/terrain-follower>. Hakupäivä 22.4.2021.
17. Tekniset kumit sopivat vaativiin käyttökohteisiin. Ravelast Polymers. Saatavilla: <https://www.ravelast.com/konserni/tutkimus-ja-kehitys-2/kumi-elastomeerit>. Hakupäivä 12.4.2021.
18. Materiaalikehityksellä kestävämpiä ja kierrätettävämpiä tuotteita, Epdm – eteeni-propeenikumi. Ravelast Polymers. Saatavissa: <https://www.ravelast.com/konserni/tutkimus-ja-kehitys-2/kumi-elastomeerit/epdm.html>. Hakupäivä 12.4.2021.

19. Materiaalikehityksellä kestävämpiä ja kierrätettävämpiä tuotteita, Nbr – nitriilikumi. Ravelast Polymers. Saatavissa: <https://www.ravelast.com/konserni/tutkimus-ja-kehitys-2/kumi-elastomeerit/nbr.html>. Hakupäivä 12.4.2021.
20. Jatkuva tuotekehitys - hyvät materiaalit, TPE. OT-Kumi OY. Saatavissa: <https://ot-kumi.com/materiaalit/>. Hakupäivä 12.4.2021
21. Hankintaprosessi. 2021. Logistiikan maailma. Saatavissa: <https://www.logistiikanmaailma.fi/osto-ja-myynti/hankintaprosessi/>. Hakupäivä 6.4.2021.
22. Ioranta, Kari – Pajunen-Muhonen, Hanna 2015. Hankintojen johtaminen - Ostamisesta toimittajamarkkinoiden hallintaan. 4., tarkistettu painos. Tal- linna: AS Pakett.
23. Tarvekartoitus. 2021. Logistiikan maailma. Saatavissa: <https://www.logistiikanmaailma.fi/osto-ja-myynti/hankintaprosessi/tarvekartoitus/>. Hakupäivä 6.4.2021.
24. Toimittajamarkkinat. 2021. Logistiikan maailma. Saatavissa: <https://www.logistiikanmaailma.fi/osto-ja-myynti/hankintaprosessi/toimittajamarkkinat/>. Hakupäivä 6.4.2021.
25. Tietopyyntö. 2021. Logistiikan maailma. Saatavissa: <https://www.logistiikanmaailma.fi/osto-ja-myynti/hankintaprosessi/tietopyynto/>. Hakupäivä 6.4.2021.
26. Tarjouspyyntö. 2021. Logistiikan maailma. Saatavissa: <https://www.logistiikanmaailma.fi/osto-ja-myynti/hankintaprosessi/tarjouspyynto/>. Hakupäivä 9.4.2021.

27. Sopimukset. Yritystoiminta. Saatavissa: <http://www.tieto.osaavayrittaja.fi/sopimukset>. Hakupäivä 9.4.2021.
28. Tarjousten vertailu ja neuvottelu. 2021. Logistiikan maailma. Saatavissa: <https://www.logistiikanmaailma.fi/osto-ja-myynti/hankintaprosessi/tarjousten-vertailu-ja-neuvottelu/>. Hakupäivä 9.4.2021.
29. Hankintasopimus. 2021. Logistiikan maailma. Saatavissa: <https://www.logistiikanmaailma.fi/osto-ja-myynti/hankintaprosessi/hankintasopimus/>. Hakupäivä 9.4.2021.
30. Tilaus. 2021. Logistiikan maailma. Saatavissa: <https://www.logistiikanmaailma.fi/osto-ja-myynti/hankintaprosessi/tilaus/>. Hakupäivä 9.4.2021.
31. Esa Kontio. TK00BP67-3002 Tuotekehitystoiminta, systemaattinen tuotekehitys 5 op. Opintojakson luentomateriaali syksyllä 2019. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö. Saatavissa: <https://moodle.oamk.fi/mod/page/view.php?id=267998>. Vaatii kirjautumisen. Hakupäivä 26.04.2021.

No	Muutos	Pvm	Nimi	Tark.
Tavaratunnus	Osan tai kokoonpanoryhmän nimitys Testiprofiili vesileikkurille	Laatu EPDM 70	Määrä 1 kpl	
<b>OT-KUMI OY</b> Lieksentie 8 91100 Ii	PIIRNO. 100-01	Mittakaava 1:4	Piirt. Suunn.	NLa NLa
		Pinta-ala - mm <sup>2</sup>	Hyv.	NLa
		Massa - kg		
		A4		

No	Muutos	Pvm	Nimi	Tark.
----	--------	-----	------	-------



Tavaratunnus	Osan tai kokoonpanoryhmän nimitys Testiprofiili vesiteikkurille	Laatu TPE	Määrä 1 kpl
<b>OT-KUMI OY</b> Lieksentie 8 91100 Ii	PIIRNO. 100-02	Mittakaava 1:4	Piirt. NLo
		Pinta-ala - mm <sup>2</sup>	Suunn. NLo
	Massa - kg	Hyv. NLo	

A4