

Joni Krister Savola

ABRASIIVIN POISTOJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU

Tekniikka ja liikenne 2010

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Vaasan ammattikorkeakoulun Tekniikan ja liikenteen yksikön kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelman päättötyönä Ultracut Oy:n Vaasan toimipaikan toimeksiannosta. Työ tehtiin kevään 2010 aikana pääosin etätyönä.

Työn ohjaajana toimi Vaasan ammattikorkeakoulun lehtori Timo Gröndahl, jota haluan kiittää hänen antamastaan avusta.

Työssä oli jonkun verran ongelmia aiheen ollessa alussa jossain määrin tuntematon. Vesileikkaus oli itselleni melko lailla vieras ala eikä siitä juurikaan löytynyt edes suomenkielistä kirjallisuutta. Haluan kiittää Jarmo Arttijeffiä hänen rennosta ja kannustavasta asenteestaan.

Haluan suurin sanoin kiittää asuintovereitani, en niinkään tuesta opinnäytetyötä tehdessä, mutta myötäelämisestä. Lisäksi samoja ihmisiä ja muitakin kouluaikaisia tovereita ja ystäviä siitä että sain tavata suurenmoisia ihmisiä, ja kasvaa ihmisenä.

Perhettä.

Ja erään viisaan miehen sanoin:

‘Se ei ole korkeakynnyksinen lasiovi, se on ikkuna’

Vaasassa 31.5.2010

Joni Savola

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU

Konetekniikan koulutusohjelma

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Joni Savola
Opinnäytetyön nimi	Abrasiivin poistojärjestelmän suunnittelu
Vuosi	2010
Kieli	suomi
Sivumäärä	28 + 3 liitettä
Ohjaaja	Timo Gröndahl

Tämän opinnäytetyön tavoite oli löytää toimiva ratkaisu abrasiivileikkauksesta tulevan hienojakoisen abrasiivihiekan poistamiseen vesileikkausaltaasta. Työ toteutettiin suunnittelemalla altaaseen kattava imuputkisto, ja tuloputkisto suunniteltiin siten, että sen virtaus altaassa estää abrasiivia jähmettymästä pohjalle. Imupumpuiksi valittiin Wilden Px8 malliset pumput. Tulopuolelle on suunniteltu keskipakopumppu, jonka yritys valitsee itse.

Opinnäytetyössä käydään läpi erilaisia ratkaisumalleja, joilla poisto olisi voitu toteuttaa. Lisäksi työssä käsitellään vesileikkausta ja pumppuja.

Poistojärjestelmän rakentamisessa on huomioitava imupumppujen ja tulopumpun tasapainotus, jotta vesileikkausaltaan pinta ei laske, vaan pysyy samana. Tämä on ratkaistu siten, että imupumppujen kokonaistuotto lasketaan ja paluupuolelle hankitaan sellainen keskipakopumppu, jonka tuottomäärä on yhtä paljon.

Asiasanat

abrasiivi, poistojärjestelmä, vesileikkaus, pumput

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Konetekniikan koulutusohjelma

ABSTRACT

Author	Joni Savola
Title	Designing of Abrasive Removal System
Year	2010
Language	Finnish
Pages	28 + 3 Appendices
Name of Supervisor	Timo Gröndahl

The objective of this thesis was to find a workable solution to remove fine abrasive, which comes during the abrasive cutting, from a waterjet tank. Work was to carry out by designing a comprehensive tank suction. The return piping was designed so that the flow of the tank would be able to prevent abrasive sticking on bottom.

Px8 shaped Wilden pumps were selected as suction pumps. The company would choose the centrifugal pump, to be used as the return side.

Different solutions were studied as to how removing could be done. In addition, water pumps and watercutting were studied and discussed.

Bearing in mind that the removal system must be built taking into account the suction pump and the centrifugal pump input balancing so, that the water level in the tank will not change. The following solution has been made. The suction pump total is calculated and a centrifugal pump has been installed on the return side with an equal amount of return volume.

Keywords Abrasive, Removal System, Waterjetcutting, Pumps

SISÄLLYS

1. JOHDANTO.....	6
1.1. Työn taustaa.....	6
1.2. Työn tavoitteet ja toteutus.....	7
2. YRITYSESITTELY.....	7
2.1. Ultracut Oy.....	7
2.2. Toimintatavat	8
2.3. Tuotteet.....	8
2.4. Materiaalit	8
3. VESILEIKKAUS.....	9
3.1. Tekniikka.....	10
3.2. Puhdasvesileikkaus.....	11
3.3. Abrasiivileikkaus.....	12
4. ESISUUNNITTELU.....	14
4.1. Esisuunnittelun lähtökohdat.....	14
4.2. Kombipöytä.....	15
5. IDEAT.....	18
5.1. Mäkiallas.....	18
5.2. Kolmioharjanne.....	19
5.3. Lattialämmitys	19
5.4. Urkupilli.....	20
6. PUMPUT.....	22
6.1. Letkupumppu.....	22
6.2. Kalvopumppu.....	22
6.3. Keskipakopumppu.....	23
7. SUUNNITTELU.....	24
7.1. Putkistot.....	24
7.2. Pumput.....	25
7.3. Kustannukset.....	25
8. YHTEENVETO.....	26

LIITELUETTELO

LIITE 1 Kombiallas tehdasympäristössä

LIITE 2 Piirustus kombipöydästä

LIITE 3 Putkistojen mitoitus

1. JOHDANTO

1.1. Työn taustaa

UltraCut Oy:n palveluksessa oleva konsultti Jarmo Arttijeff Promote Oy:stä oli todennut, ettei käytössä oleva järjestelmä abrasiivin imemiseksi pois vesileikkausaltaasta ole riittävän tehokas. Alkutilanteena oli suunnitella toimiva

ratkaisu, jolla allas saataisiin pidettyä puhtaana. Uusi järjestelmä poistaisi kuukausittaisen tuotannon seisokin sinä päivänä, jolloin pumppuauto tulee ja tyhjentää altaan. Kuukausittaisesta työnseisokista tulee yritykselle kuluja noin 3200€, kun lasketaan konetunnit, työtunnit ja pumppuauton käynti. Altaassa imua ei tällä hetkellä ole, joten suunnitelmia lähdettiin työstämään ihan alusta lähtien uudennlaisiksi. Allas on kombipöydässä, mikä tarkoittaa mahdollisuutta tarpeen mukaan leikata pöydällä kappaleita sekä puhtaalla vedellä että abrasiivillä. /1/

1.2. Työn tavoitteet ja toteutus

Työn tavoitteena oli suunnitella toimiva järjestelmä abrasiivin poistamiseen 4500x2100x800 mm kokoisessa abrasiivi- /puhdasvesileikkausaltaassa. Järjestelmää suunniteltaessa mietittiin, kuinka abrasiivihiekan poisto altaasta toteutetaan. Lisäksi mietittiin putkistojen mitoitus sekä imu- että tulopuolelle, ja kuinka putket altaaseen sijoitetaan, koska allasta käytetään sekä puhdas- että abrasiivivesileikkauksessa.

Tarkoituksena on, että puhdasvesiallas on mahdollisuus laskea altaaseen, kun tuotannossa tulee tarve leikata puhdasvesileikkauksella. Työn alkuvaiheessa ideoitiin monenlaisia ratkaisuja, joista osa todettiin suunnittelupalaverissa täysin toimimattomaksi, koska vesileikkaussuihkulla on leikkausvaikutusta myös vedenpinnan alapuolella. Osa ideoista todettiin erinomaisiksi, jos tehtaaseen rakennettaisiin uusia altaita. Kahdesta ideasta yhdistettiin toimiva ratkaisu, jonka pohjalta lähdettiin suunnittelemaan toimivaa 3d-mallia. /1/

2. YRITYSESITTELY

2.1. Ultracut Oy

Ultracut Oy on Vaasassa sijaitseva korkeapainevesileikkausyritys. Ultracut Oy on erikoistunut vesileikkaukseen jo tekniikan alkuajoista lähtien. Yritys aloitti toimintansa vuonna 1996 Vaasassa Strömberg Parkin alueella. Vuonna 2006 yritys muutti uusiin tiloihin Airport Parkiin. Yrityksellä on kolme vesileikkauspöytää, joilla toteutetaan sekä puhdasvesileikkausta että

abrasiivileikkausta. Yrityksen on toimituksissaan mahdollista sisällyttää myös erilaisia jälkityöstöjä, kuten koneistuksia, taivutuksia, hitsauksia, maalauksia ja erilaisia pintakäsittelyjä. Yritys pystyy myös palvelemaan asiakkaitaan 3D-suunnittelussa. /7/

2.2. Toimintatavat

Ultracut on valittu monesti vuoden toimittajaksi alihankkijoiden keskuudessa. Ultracut on päässyt siihen tilanteeseen toimimalla hyvässä vuorovaikutussuhteessa ja yhteistyössä asiakkaidensa kanssa. Kommunikointi on ollut alusta pitäen avointa, mikä on johtanut pitkiin asiakassuhteisiin, ja asiakkaat ovat oppineet tuntemaan yrityksen toimintatavat. Pystyäkseen palvelemaan suuria yrityksiä kokonaisvaltaisesti yritys on verkostoitunut eri toimialojen yritysten kanssa. /7/

2.3. Tuotteet

UltraCut Oy toteuttaa vaativimmatkin kohteet alihankintana. Yritys on toteuttanut esimerkiksi hotellien ulkovuorauslevyt, loistoristeilijöiden sisustusosat, vesivetolaitteiden rakenneosat, dieselmoottoreiden erilaiset laipparatkaisut ja muuntajien eristelevyt. Yksi yrityksen suurimpia yksittäisiä haasteita on ollut Helsingin keskustassa sijaitsevan Simonkentän Scandic-hotellin ulkovuoraus. Ulkovuorauksessa käytettiin satoja vedellä leikattuja alumiinilevyjä. /7/

2.4. Materiaalit

Ultracut käyttää monenlaisia materiaaleja: akryyli, kumi, puu, muovit, nahka, alumiini, messinki, teräs, titaani, muut metallit, kivilajit ja panssarilasi. Vesileikkauksella voidaan leikata melkein mitä tahansa aina kakusta matkapuhelimeen. Helpompaa melkein on luetella ne materiaalit, joihin vesisuihku ei pysty. /7/

3. VESILEIKKAUS

Vesileikkaus ei aiheuta lämpövaikutusta aineelle, mistä syystä se on hyvä leikkausmuoto monille eri aineille. Abrasiivileikkauksessa leikkauskohta saattaa lämmentä hieman, mutta kappale ei kuitenkaan reagoi siihen vaan pysyy kylmänä. Leikattava materiaali ei siis laajene, vääntyile tai karkaistu leikkauskohdasta. Vesileikkauksen ansiosta leikkauskohta ja leikattava materiaali jäävät siisteiksi ja viimeistellyiksi. Leikkauskohdan tummuminen voidaan vesileikkausta käytettäessä myöskin välttää. Muut metallin työstämismenetelmät aiheuttavat termisiä muutoksia työstettävissä materiaaleissa, eivätkä ne siitä syystä välttämättä sovi käytettäväksi kaikissa tapauksissa. Esimerkiksi leikattaessa

käytössä olleita öljysäiliöitä voidaan käyttää vesileikkausta, jolloin vältetään öljyjäämien syttymisvaara. /4/, /5/

3.1. Tekniikka

Vesisuihkuleikkaus perustuu joko materiaalien leikkautumiseen sen puristuslujuuden ylittävällä paineella tai materiaalin kuluttamiseen sitä kovemmalla aineella. Vesileikkauksessa käytetään erittäin korkeaa painetta ja siihen yhdistettynä hyvin ohutta vesisuihkua, mikä saa aikaan tehokkaan leikkaavan vaikutuksen. Veden virtausnopeus suuttimista on noin 1000 m/s (2-3 mach), ja korkeapainepumpulla tuotettu paine on 3000-4000 bar: in. Kovia aineita voidaan leikata noin 70 mm:in asti ja pehmeämpiä jopa 100 mm:in saakka.

Vesisuihkuleikkaus on tekniikaltaan tarkka. Leikkaussuihku on suhteellisen kapea (0,1...0,8) ja se yhdistettynä numeeriseen ohjaukseen voidaan saavuttaa 0,05-0,15 mm:n leikkaustarkkuus. Leikkaurailon leveys kompensoidaan työkalumuutoksella, ja näin ollen tyypillinen leikkaustarkkuus puhdasvesileikkauksessa on 0,1-0,2 mm ja abrasiivileikkauksessa +/- 0,2 mm.

Vesisuihkuleikkauksessa leikkauspinnan karheus riippuu leikattavasta materiaalista. Joillain kumimateriaaleilla leikkauspinta on kuin veitsellä leikattu, veden tehokkaasta leikkaavasta vaikutuksesta suhteessa kumin kovuuteen. Hauraammilla aineilla tapahtuva materiaalin lohkeaminen tai murtuminen saattaa aiheuttaa leikkauspinnan karheutumista. Abrasiivileikkauksessa leikattu pinta on hiekkapuhalletun näköinen, mutta leikkauspinnasta on mahdollista saada hyvinkin tasainen, kun leikkausnopeus on mahdollisimman pieni.

Vesileikkaus on menetelmä, jolla voidaan tehdä joustavasti sekä prototyyppisarjojen yksittäiskappaleet että tuotantosarjojen suuria määriä sisältävät kappaleet. Jos tavoitteena on alkaa koneistaa suursarjoja, vesileikkauksella on kätevä hakea tuotteen lopullinen muoto ennen työkalujen ja muottien valmistusta.

Vesileikkauksella onnistuu leikata lähes kaikkia mahdollisia materiaaleja aina kullasta nahkaan. Internetin sosiaalisista medioista, kuten Youtubesta onkin mahdollista hakea erilaisia videoita, esimerkiksi hakusanalla *watercut*, missä on nähtävissä erilaisia tuotteita, joita on leikattu vesileikkauksella, mm. matkapuhelin.

Vesileikkauksella on myös mahdollista toteuttaa viisteiden työstäminen, kuten vinojen aukkojen ja reikien leikkaaminen. Näin ollen työvarat voidaan minimoida ja kappale saadaan tehtyä mahdollisesti jopa valmiiksi asti, ilman muita työstövaiheita. Tämä lyhentää valmistuksen läpimenoaikaa.

Ohjelmistot, joita vesileikkauksessa käytetään, ovat kehittyneitä ja ne mahdollistavat vesileikkauksen toteuttamisen nopeasti ja luotettavasti suoraan suunniteltujen CAD-kuvien mukaisesti.

Vesileikkauksella voidaan valmistaa sekä suoria reikiä että vinoja leikkauspintoja ja viisteitä. Esimerkkinä voidaan mainita erilaiset terät ja teräaihiot. On tapauksia, joissa vesileikkauksella valmistetut terät käyvät sellaisenaan. Näin ollen työläs koneistusosuus poistuu näitä kappaleita valmistettaessa.

Vesileikkaus on sitä taloudellisempaa asiakkaalle, mitä monimutkaisempi valmistettava kappale on, koska usein monimutkaisetkin muodot levyihin tai muunlaisiin materiaaleihin on yksinkertaista toteuttaa vesileikkauksen avulla. / 4/, /5/

3.2. Puhdasvesileikkaus

Puhdasvesileikkauksessa käytetään erittäin korkeaa painetta ja siihen yhdistettynä hyvin ohutta vesisuihkua, mikä saa aikaan hyvin tehokkaan leikkaavan vaikutuksen. Veden virtausnopeus suuttimista on noin 1000 m/s (2-3 mach) ja korkeapainepumpulla tuotettu paine on 3000-4000 baria.

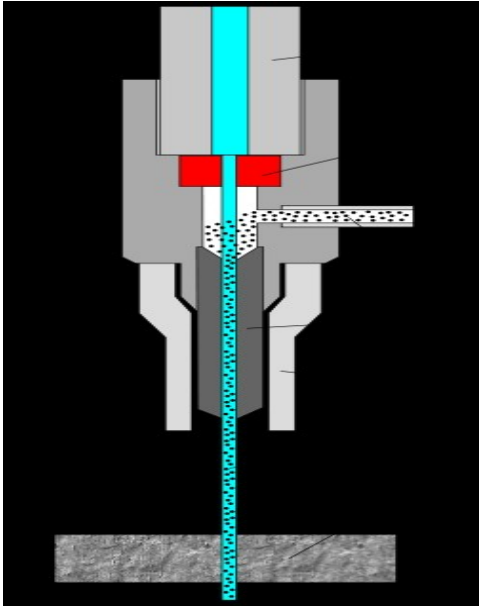
Puhdasvesileikkaus tulee kyseeseen, kun materiaalit ovat ohuehkoja ja jotain muuta ainetta, niin kuin metallia, lasia tai kiveä. Soveltuvat materiaalit:

- Vaneri < 6 mm
- Kovat muovilevyt < 10 mm
- Useat rakennuslevyt
- Huokoiset muovi- ja eristemateriaalit, pahvi, nahka, kangas ym. pehmeät materiaalit

Suuria sarjoja tehdessä puhdasvesileikkaus soveltuu erinomaisesti, koska puhdasvesileikkauksessa ajonopeus voi olla jopa 15 m/min ja leikkaavia suuttimia voi olla useita.

3.3. Abrasiivileikkaus

Abrasiivileikkauksessa veden sekaan sekoitetaan hiekkaa siihen soveltuvalla suuttimella (Kuva 1), minkä johdosta leikkaava vaikutus moninkertaistuu. Abrasiivileikkauksessa käytetään siihen jalostettua hienojakoista hiekkaa, jonka raekoko on 50-80 meshia.



Kuva 1. Vesileikkaussuutin

Soveltuvat materiaalit:

- Kupari
- Titaani
- Seosmetallit
- Alumiini
- Lasi
- Muut kovat materiaalit

Leikkausnopeus ei ole yhtä kova kuin puhtaalla vedellä, mutta tehokkuus on hyvä eli abrasiivileikkaus sopii paremminkin pienemmille sarjoille ja vaativimmille töille.

4. ESISUUNNITTELU

4.1. Esisuunnittelun lähtökohdat

Opinnäytetyössä oli tarkoituksena ratkaista yrityksen ongelma vesileikkausaltaissa. Vesileikkausaltaisiin kertyy abrasiivia, joka pakkautuu pohjalle (Kuva 2), ja kerran kuukaudessa allas on tyhjennettävä pumppuauton toimesta. Tässä työssä altaaseen oli tarkoitus suunnitella tehokas imujärjestelmä, joka poistaisi abrasiivin erilliseen säiliöön, eikä pumppuautoa enää tarvitsisi käyttää.



Kuva 2. Pohjalle pakkaantunutta abrasiivihiekkaa

Esisuunnittelun pohjana oli Promote Oy:n konsultin, Jarmo Arttijeffin kanssa käyty suunnittelupalaveri, jossa kartoitettiin vesileikkausta yleisesti ja sitä, kuinka ongelma olisi mahdollista ratkaista. Jarmo Arttijeffin mukaan tätä ei ole missään päin maailmaa saatu toteutettua tehokkaasti, mikä toi suunnitteluun pientä

haastetta. Suunnittelussa vaatimuksena oli myös se, ettei allasta ollut tarkoitus modifioida, vaan imujärjestelmä oli tarkoitus laittaa altaaseen jälkiasennuksena.

Esisuunnittelussa tutkittiin paljon ratkaisuja muilta teollisuuden aloilta ja niitä yritettiin soveltaa kyseessä olevaan ongelmaan. Ratkaisumalleja haettiin jätevedenpuhdistamoista, joissa erotellaan kiintoainetta vedestä. Jätevedenpuhdistamot eivät kuitenkaan tarjonneet ratkaisua tähän, koska tekniikka, jolla se niissä tapahtuu ei sovi vesileikkauksen tarpeisiin. Uimahallit oli toinen pohdinnan aihe, koska siellä suuren vesimassan tulee kiertää puhdistettavaksi, eikä vettä mene viemäriin. Kuitenkaan sieltä ei tullut muuta ajatusta, kuin veden virtauksen luominen altaan pohjalle samalla tavoin kuin kiertoaltaissa. Lattialämmitysputkistoista saatiin idea putkistojen sijoittelusta kattavasti. Malmin rikastamosta tuli idea mekaanisesta sekoittimesta, mikä pitäisi abrasiivihiekan koko ajan liikkeessä, eikä se pääsisi pakkautumaan pohjalle. Tämä mekanismi todettiin toimimattomaksi, koska hiekka pääsisi sekoittimen rakenteisiin, ja lisäksi vesisuihku leikkaisi sekoittimen hajalle.

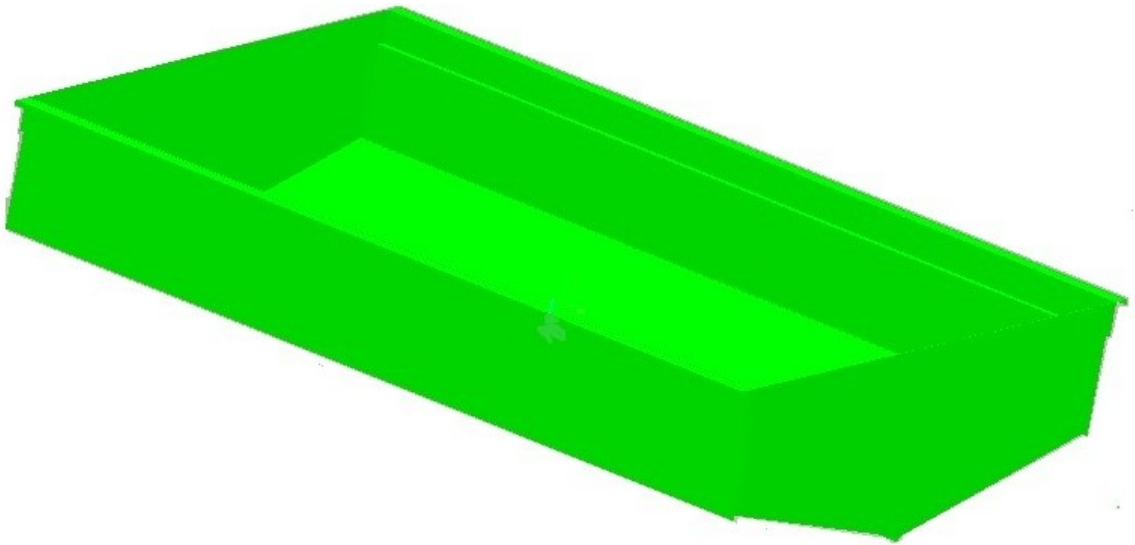
Esisuunnittelussa käytettiin ideointimetodina ideariihä, eli ajatuksia heiteltiin ilmoille, aina hulluista järkeviin. Esisuunnitteluun kului aikaa paljon mutta se oli tuottavaa, ja sen avulla toimiva ratkaisumalli kyseessä olevaan ongelmaan löytyi. / 1/,/6/

4.2. Kombipöytä

Kombipöytä on kooltaan 4500 x 2100 x 800. Kombipöytä toimii nykyisin siten, että siinä on ainoastaan abrasiivileikkausmahdollisuus eli koko pöydän leveydellä leikataan abrasiivillä. Pöydässä ei ole tällä hetkellä minkäänlaista imua, vaan allas tyhjenetään pumppuauton toimesta noin kerran kuussa, ja suuttimista altaaseen tuleva vesi valuu ylijooksutuksena viemäriin.

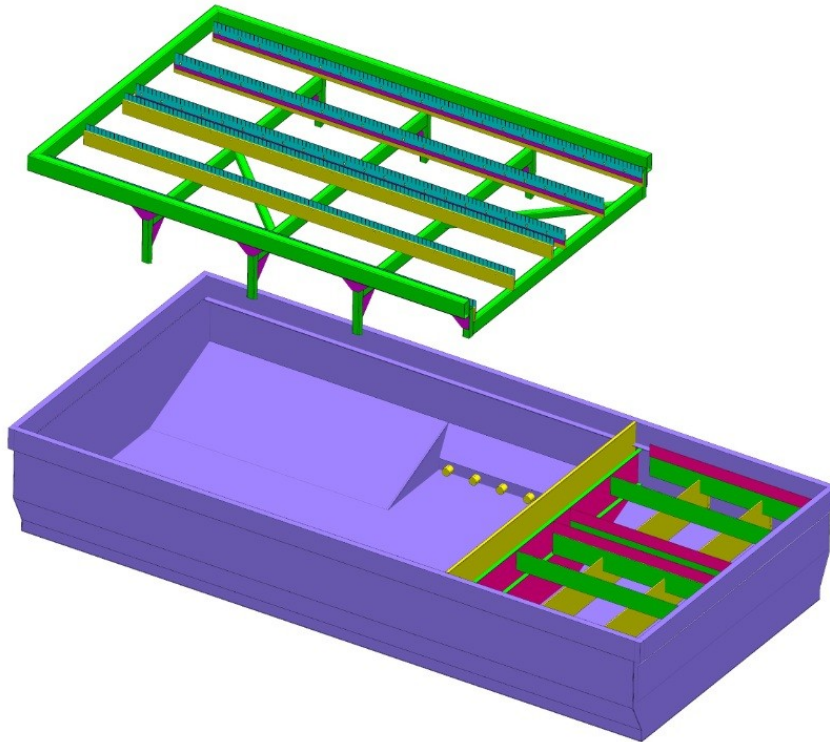
Pöydässä on neljä leikkaavaa suutinta, joista tulee leikkauksen aikana altaaseen maksimissaan 1,2 kg abrasiivihiekkaa ja 7,2 l vettä minuutissa.

Tarkoituksena olisi jatkossa mahdollistaa sekä puhdasvesileikkaus että abrasiivileikkaus samalla pöydällä. Se toteutetaan siten, että altaasta on 1100 mm alue käytössä pelkästään abrasiivileikkaukseen, ja loppuosuus on mahdollista tarpeen mukaan ottaa käyttöön puhdasvesileikkaukseen tai abrasiivileikkaukseen. Altaaseen on suunniteltu erillinen vesiallas (Kuva 3), joka lasketaan altaaseen silloin, kun käytetään puhdasvesileikkausta.



Kuva 3. Vesileikkausallas

Puhdasvesileikkauksesta pystytään siirtymään abrasiivileikkaukseen laskemalla altaaseen abrasiiviteline (Kuva 4).



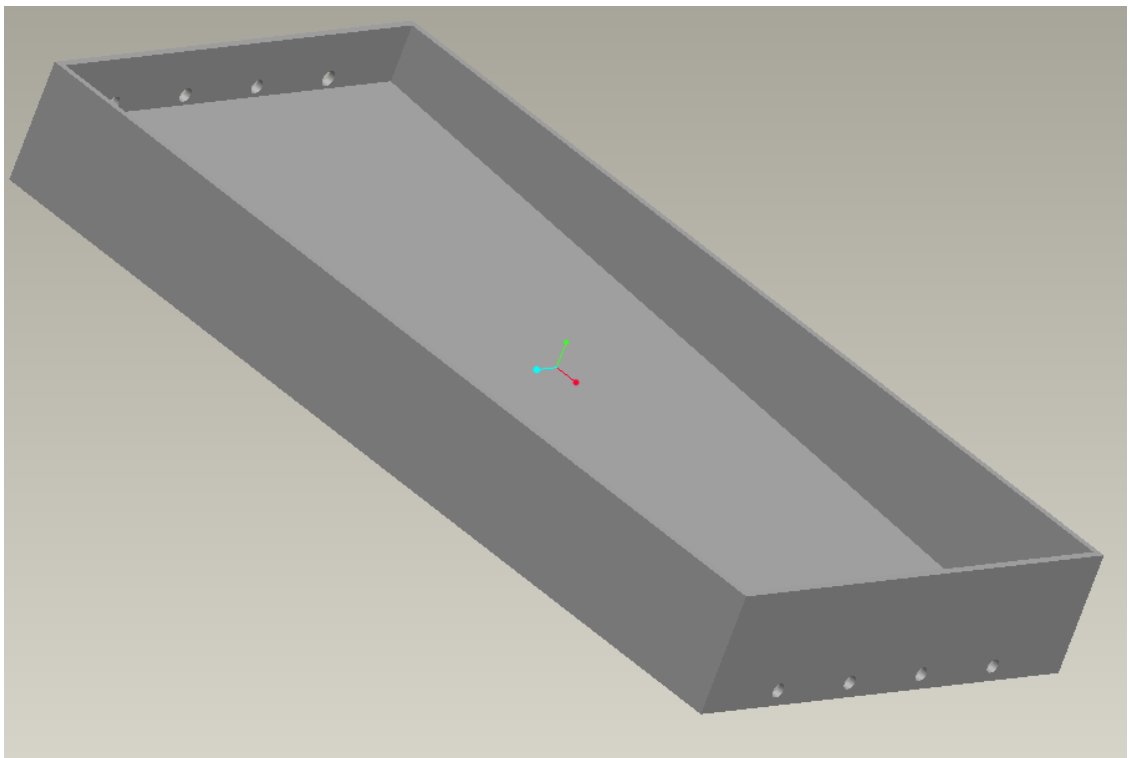
Kuva 4. Altaaseen laskettava abrasiiviteline

Altaan käyttö sekä abrasiivivesileikkauksessa että puhtasvesileikkauksessa tarkoittaa sitä, että altaan pituudesta 1100 mm on koko ajan käytössä ainoastaan abrasiivivesileikkauksessa ja 3300 mm pituudesta molemmissa. Kombipöytä toteutetaan siten, että puhtasvesileikkauksen alkaessa altaaseen lasketaan erillinen puhtasvesiallas, ja abrasiivileikkauksen ollessa käytössä puhtasvesiallas otetaan pois ja tilalle lasketaan abrasiivileikkausteline. /1/

5. IDEAT

5.1. Mäkiallas

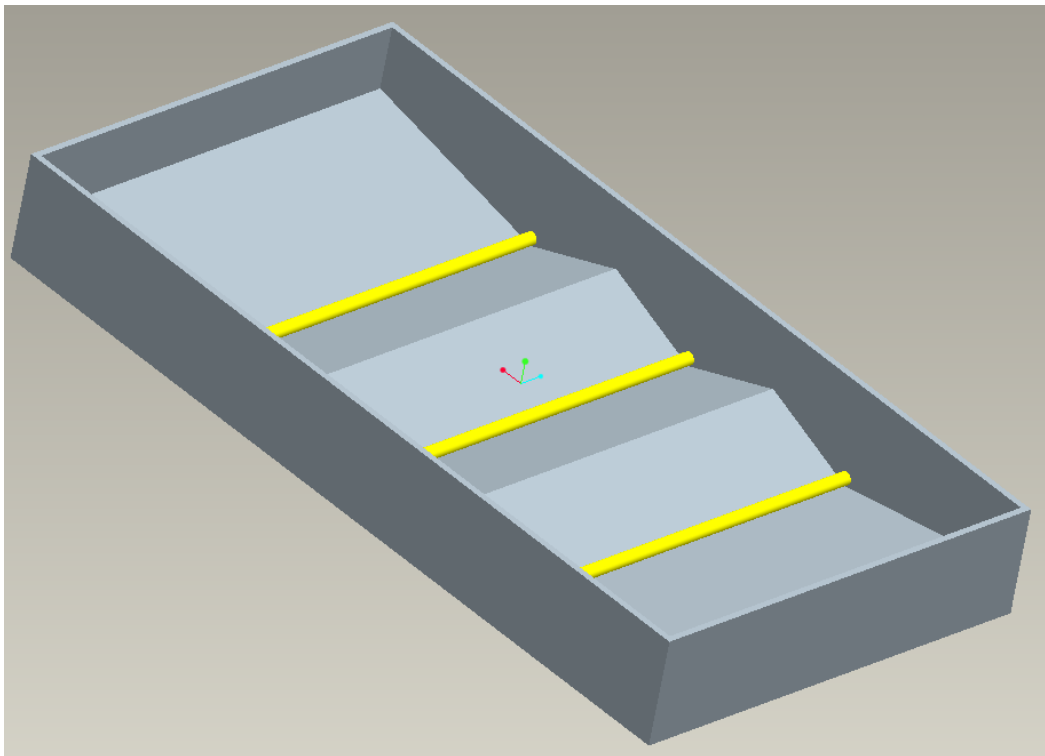
Mäkialtaan perusajatuksena oli muokata altaan pohjaa siten, että pohjalle saataisiin lineaarinen virtaus, jossa paluuvesi tulisi altaaseen mäen yläpäästä ja imu olisi mäen pohjalta. Tässä mallissa allasta olisi pitänyt muokata. Kyseinen malli todettiin suunnittelupalaverissa hyväksi, jos allasta alettaisiin rakentaa alusta asti, eikä altaan modifiointi olisi tarpeen. Altaan syvyyden ollessa ainoastaan 800 mm voitiin myös todeta, että abrasiivin leikkaava vaikutus ulottuisi mäen yläpäähän aiheuttaen mäen haurastumista ja rikkoutumista. Altaaseen laskettava erillinen puhdasvesiallas myös esti tämän toteuttamisen.



Kuva 5. Mäkiallas

5.2. Kolmioharjanne

Haitarialtaassa ideana oli myöskin modifioida altaan pohjaa laittamalla sinne hammastus, jonka pohjaan vedettäisiin rei'itetyt putket. Ajatuksena tässä oli se, että abrasiivihiekka valuisi hammastuksen seiniä pitkin pohjaa kohti, jossa imureiät poistaisivat hiekan suodattimeen. Tämäkin idea hylättiin, koska todettiin, että leikkaava vaikutus tuhoaa mäkeä.



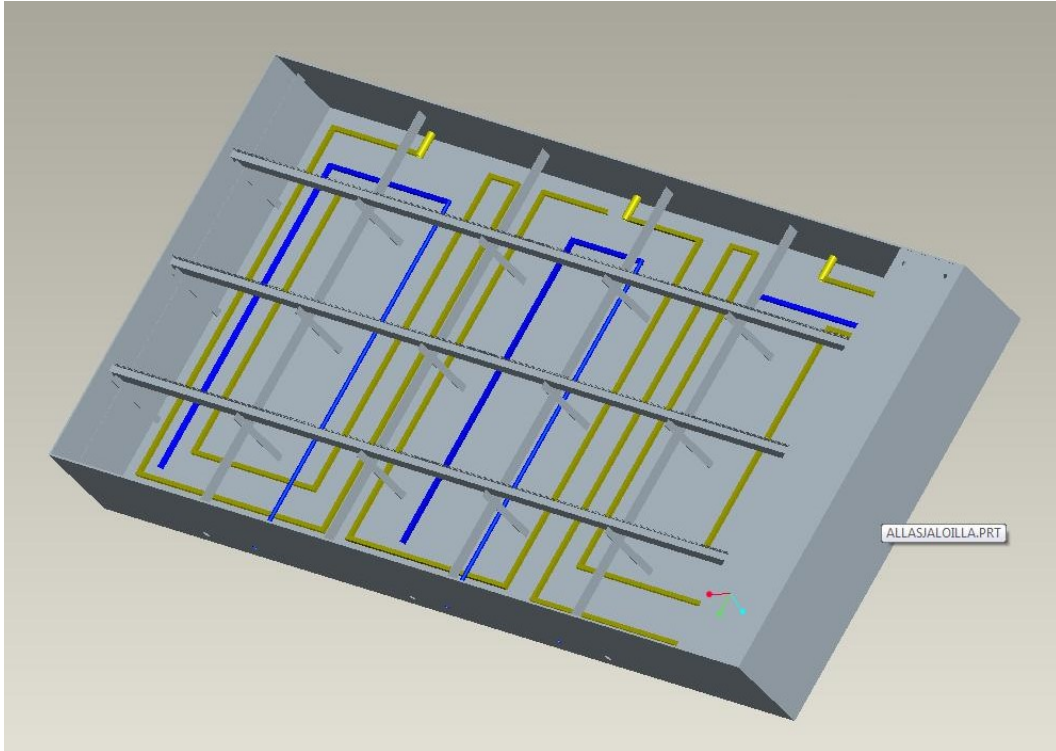
Kuva 6. Kolmioharjanne

5.3. Lattialämmitys

Tässä ideassa oli tarkoituksena asentaa imuputket altaaseen tiheällä jaolla, mikä saisi aikaan kokonaisvaltaisen imun altaan pohjalle. Putket oli tarkoitus rei'ittää koko pituudelta. Tämä kyseinen tapaus todettiin hyväksi, ja samantapainen ratkaisu on toteutettukin Wardjet-nimisessä yrityksessä Yhdysvalloissa.

Lopulliseen suunnitelmaan otettiin käyttöön tämän kaltainen ratkaisu, jossa imuputket rei'itetään ja asennetaan pohjalle. Tähän ratkaisumalliin lisätään vielä

paluuveden putket pohjalle optimaalisiin kohtiin estämään abrasiivia jähmettymästä pohjalle. /8/

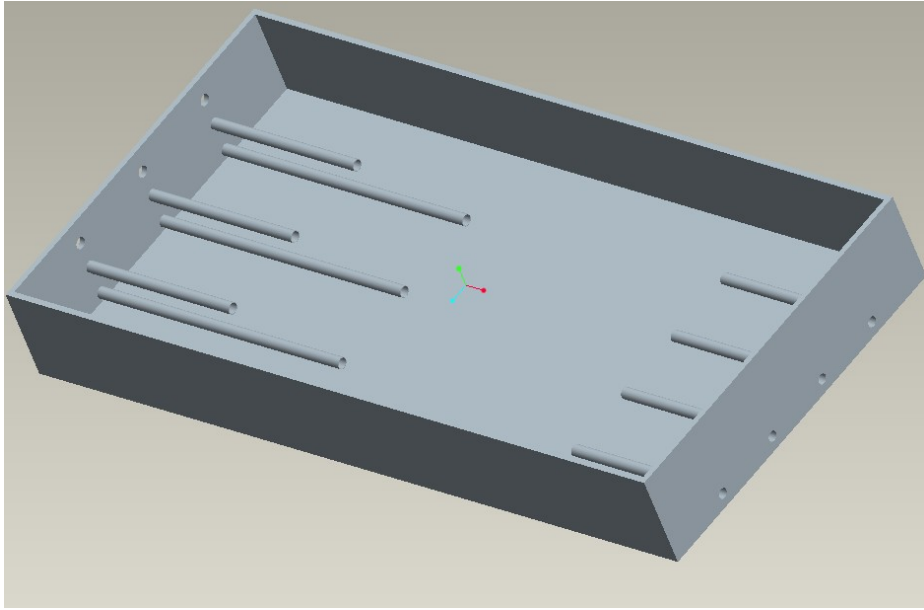


Kuva 7. Lattialämmitys

5.4. Urkupilli

Kyseisessä ratkaisumallissa oli tarkoituksena paluuveden porrastaminen siten, että kun abrasiivi tulee suuttimista veden mukana altaaseen ja alkaa valua pohjaa kohti, niin koko altaan pituudella olisi putkisto, joka työntäisi abrasiivia porrastetusti kohti toisessa päässä olevia imukohtia.

Putket sijoitettaisiin altaassa melko ylös, mikä aiheuttaisi sen, että putket leikkautuisivat rikki veden ja abrasiivin leikkaavan vaikutuksen takia. Lisäksi tässä tapauksessa tulisi katvealueita tulopuolelle ja abrasiivia kertyisi putkien väliin. Näistä syistä idea hylättiin toimimattomana.



Kuva 8. Urkupilli

6. PUMPUT

6.1. Letkupumppu

Letkupumppu siirtää nesteitä puristamalla mekaanisesti joustavaa tilaa. Letkupumpussa mekaaninen liike saadaan aikaan suoraan letkua koskettavalla rullalla. Rullien lukumäärä vaihtelee eri valmistajien kesken, mutta yleinen rullien lukumäärä on kaksi tai kolme. Pumpussa neste ei ole kosketuksissa akseliin, joten se soveltuu hyvin kuluttavien nesteiden pumppaamiseen. Tästä syystä letkupumput sopivat teollisuuden erilaisiin nesteidensiirtotarpeisiin mm. kemian-, elintarvike-, maali-, keramiikka- ja kaivosteollisuuden käyttöön. Pumppuja käytetään hiovien, syövyttävien ja viskoottisten nesteiden siirtoon sekä jätevesien pumppaukseen.

Pumput ovat itseimeviä ja niillä on hyvä nostokorkeus, jonka lisäksi ne kestävät hyvin kuivakäyntiä. Pumppua voi pyörittää molempiin suuntiin, ja imettävien aineiden viskositeetti voi olla suuri. Letkuvaihtoehtoina voivat olla luonnonkumi, buna sekä EPDM riippuen imettävästä aineesta. /2/, /3/

6.2. Kalvopumppu

Tavallista mäntäpumppua voidaan käyttää vain suhteellisten puhtaitten nesteiden siirtoon. Edestakaisin liikkuvia syrjäytyspumppuja, jotka sopivat myös epäpuhtaiden nesteiden siirtoon, kutsutaan kalvopumpuiksi. Näissä pumpuissa on edestakaisin liikkuva joustava kalvo, jolloin tiivisteitä ei tarvitse altistaa pumpattavalle nesteelle. Tämä on huomattava etu, kun pumpataan myrkyllisiä tai korrosoivia aineita.

Kalvopumput ovat itseimeviä, varmatoimisia, helppokäyttöisiä, helposti säädettäviä ja helposti huollettavia. Ne kestävät myös tyhjäkäyntiä pumpun vaurioitumatta. Kalvopumput sopivat käytettäväksi eri teollisuuden tarpeisiin. Kalvopumpuilla voidaan siirtää nesteitä, happoja sekä erilaisia prosessien raaka-aineita. Näitä käytetään mm. paperi-, keramiikka-, kemian-, maali-, kaivos- sekä

väriaineteollisuuden siirtotarpeisiin. Kalvopumput on paineilmatoimisia, ja uuden tekniikan ansiosta paineilman määrää sekä haluttua tuottoa voidaan säätää suoraan pumpusta ilman erillisiä lisälaitteita.

Pumppuja on saatavana sekä muovi- että metallirunkoisina. Lisäksi pumppuihin on saatavilla erilaisia kalvoja eri käyttötarkoituksiin. Ultracut Oy:llä oli alussa vaikeuksia kestävämmien kalvojen kanssa, ja niitä jouduttiin vaihtamaan parin kuukauden välein. Sitten yritys valitsi kalvon materiaaliksi neopreenin, ja kalvot ovat kestäneet sen jälkeen jo yli vuoden rikkoutumatta. Erilaisia kalvomateriaaleja ovat mm. nitrini, neopreeni, nordel viton ja hytrel riippuen imettävästä aineesta. /2/, /3/, /6/

6.3. Keskipakopumppu

Keskipakopumppu on prosessiteollisuudessa yleisimmin käytetty pumppumalli. Koko prosessiteollisuuden pumppaustarpeesta sen käyttö kattaa noin 80 %. Keskipakopumppu soveltuu laajasti eri nesteiden pumppaukseen. Keskipakopumput soveltuvat useiden teollisuusalojen nesteiden siirtotarpeisiin, joskin ne käyvät parhaiten matalan viskositeetin omaaviin aineisiin kuten veteen, mutta sitä voidaan käyttää myös kohteissa, joissa siirretään suuren kiintoainepitoisuuden omaavia nesteitä.

Tyypillisessä keskipakopumpussa neste syötetään pumpun imuaukkoon, joka on juoksupyörän keskellä. Neste sinkoutuu säteensuuntaisesti pyörivän liikkeen vaikutuksesta ulospäin. Kehittyneen tekniikan myötä keskipakopumppujen kuivakäyntiaikaa on saatu kasvatettua lisäämällä jäähdytystä pumppujen laakereille. Keskipakopumput on magneettivetoisia, millä on saatu vuoto-ongelmat poistettua. Pumppujen tuotto on säädettävissä. /2/, /3/

7. SUUNNITTELU

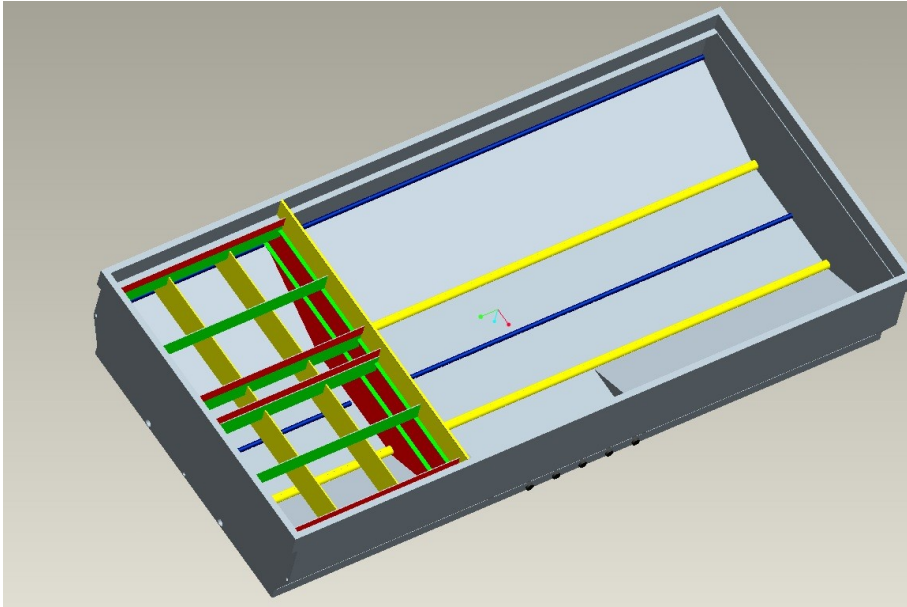
Lopullisen suunnitelman lähtökohdiksi valittiin lämpövesi-ideasta kokonaisvaltainen imu koko altaan pituudelta. Lisäksi suunnitelmaan lisättiin tuloveden abrasiivihiekkaa ilmaan nostava virtaus.

7.1. Putkistot

Putkistojen suunnittelu toteutettiin siten, että imuputkistona on 53 mm sisähalkaisijaltaan olevat rei'itetyt putket. Putkissa on neljä reikää neljään suuntaan 50 mm:n välein. Ajatuksena on se, että putki imee abrasiivia joka suunnasta.

Paluuputkistona on 25 mm sisähalkaisijaltaan olevat rei'itetyt putket. Putkissa reiät tulevat siten, että suurin vesimäärä tulee sivuille ja alaspäin pinnan kuohumisen välttämiseksi. Vesi tulee takaisin kovalla paineella ja nostattaa abrasiivia ilmaan, ettei se jähmety altaan pohjalle.

Putket on sijoitettu altaaseen siten, että ne mahtuvat kulkemaan pohjalla sekä vesialtaan että abrasiivitelineen ollessa paikoillaan. Tämä rajasi jonkin verran vaihtoehtoja putkien sijoittelusta. Putkistojen sijoittelu on mietitty teoreettisella tasolla, koska paluupuolen virtausten laskeminen tai miten paljon mikäkin reikä imee abrasiivia ei ollut laskettavissa nykyisellä tietotasolla. Paras poistojärjestelmä saadaan rakennettua, kun rakennusvaiheessa putkien rei'itystä ja putkien optimaalista paikkaa vielä testataan.



Kuva 9. Lopullinen suunnitelma. Keltaiset putket ovat imuputkia ja siniset tuloputkia.

7.2. Pumput

Imupumpuiksi valittiin Wilden Px8, jonka tuottomaksimi on noin 900 l/min normaalilla 3 barin käyttöpaineella ja arvioidulla 1 barin vastapaineella. Kalvoiksi pumppuihin valittiin ULTRA FLEX FITTED- kalvot, jotka on valmistettu neopreenista, ja ne on todettu Ultracut Oy:ssä toimivimmiksi ja kestävimmiiksi.

Paluupumpuksi on suunniteltu keskipakopumppua, jonka yritys valitsee itse. Keskipakopumpun tulee olla kuitenkin niin tehokas, että se pystyy tuottamaan saman vesimäärän takaisin altaaseen kuin sieltä lähteekin imupumppujen avulla.

7.3. Kustannukset

Kokonaiskustannusten laskeminen abrasiivin poistojärjestelmän rakentamiselle on mahdotonta, koska opinnäytetyön suunnittelun osuus koski vain altaan sisällä tapahtuvia muutoksia. Suunniteltujen pumppujen hinta on:

- Keskipakopumppu 3000 €

- Wilden Px8 pumppuja 3 kpl lisälaitteineen 5262 €

Lisäksi kustannuksia kertyy putkistojen ja pumppujen asennuksesta, materiaaleista, koneseisokista ja palkoista. Suunnitelma on kuitenkin sellainen, että kun se rakennetaan eikä pumppuautolle ole enää kuukausittaista tarvetta, niin uusi järjestelmä säästää kuukausitasolla niin paljon kuluja, että sen rakentamisesta koituvat kustannukset saadaan nopeasti säästettyä takaisin.

8. YHTEENVETO

Työn lähtökohtana oli suunnitella toimiva abrasiivin poistojärjestelmä. Poistojärjestelmän tehtävänä on estää abrasiivin pakkautuminen altaan pohjalle,

mikä poistaa pumppuauton kuukausittaisen käynnin ja siitä johtuvan tuotannon seisahtumisen. Ongelma on olemassa kaikissa yrityksissä, joissa abrasiivileikkausta tehdään, eikä siihen ole kehitetty yhtäläistä ratkaisua, jota kaikki käyttäisivät. Tässä tapauksessa poistojärjestelmää lähdettiin suunnittelemaan jo käytössä olevaan vesileikkausaltaaseen, eikä siihen ollut tarkoitus tehdä muutoksia, vaan mahdollisuuksien mukaan rakentaa järjestelmä putkistojen suunnittelulla.

Esisuunnittelussa käytiin läpi useita erilaisia suunnitelmia. Lopputuloksena saatiin suunniteltua järkevä ratkaisumalli, joka koostuu kattavasta imusta altaasta ja tuloveden sekoittavasta vaikutuksesta. Imupuolelle on tarkoitus asentaa kolme pumppua, jotta imuteho saadaan riittäväksi. Tulopuolelle asennetaan yksi pumppu, joka hoitaa paluuvirtauksen siten, että se on tasapainossa imun kanssa.

Opinnäytetyön teon aikana yhteistyö toimeksiantajan kanssa on ollut vilkasta, ja esisuunnitelmista lähtien ideoita on esitelty toimeksiantajan vastaaville henkilöille. Lopullinen suunnitelma oli yrityksen toivomusten mukainen ja heidän mielestään toteuttamiskelpoinen.

Lähteet

/1/ Arttijeff, Jarmo, konsultti 10.2.2010. Promote Oy, Vaasa. Haastattelu.

/2/ Kiertopaine Oy. [online]. [Viitattu 13.5.2010]. Saatavilla www-muodossa:
<<http://www.kiertopaine.fi/pumput/>>

/3/ Luukkanen, Petteri, Pumpunvalitsimet integroidussa simulointiympäristössä, Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu [online]. [Viitattu 10.5.2010] Saatavilla www-muodossa:
<<http://www.simserv.com/gallery/documentation/petterinDiplomityo.pdf>>

/4/ Pohjois-Karjala. [online]. [Viitattu 12.5.2010]. Saatavilla www-muodossa:
<<http://www.pohjois-karjala.org/artikkelit/vesileikkaus>>

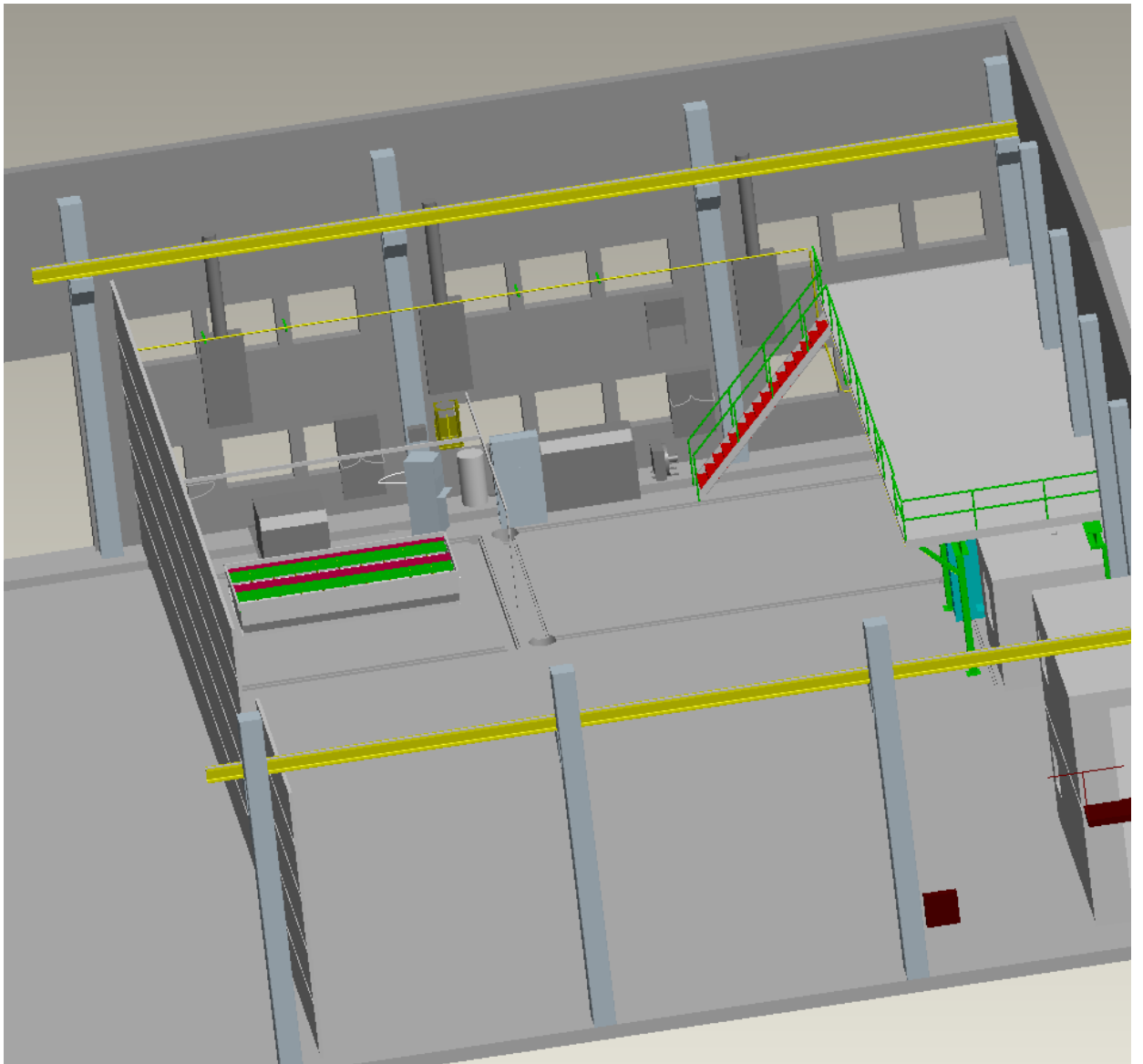
/5/ Prolaser Oy. [online]. [viitattu 12.5.2010]. Saatavilla www-muodossa:
<<http://www.prolaser.fi/vesileikkaus.html>>

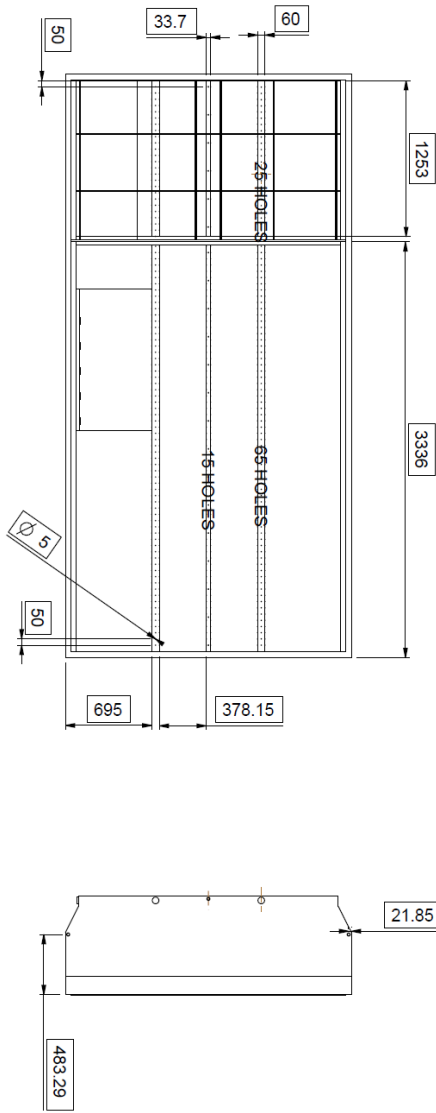
/6/ Ruuska, Ari, teknikko 15.4.2010. Ultracut Oy, Vaasa. Haastattelu.

/7/ Ultracut Oy. [online]. [viitattu 13.3.2010]. Saatavilla www-muodossa:
< <http://www.ultracut.fi/>>

/8/ Wardjet inc. [online]. [Viitattu 12.5.2010]. Saatavilla www-muodossa:
<<http://www.wardjet.com/>>

LIITE1





LIITE 3

