



samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

MATIAS KESKIMÄKI

# **Prosessilaitteen sijainnin valintaan vaikuttavat tekijät**

Investointi teollisuudessa

TUOTANTOTALOUDEN JA -TEKNIIKAN  
TUTKINTOOHJELMA  
2022

Tekijä Keskimäki, Matias	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä lokakuu 2022
	Sivumäärä 47	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi <b>Prosessilaitteen sijainnin valintaan vaikuttavat tekijät</b>		
Tutkinto-ohjelma Tuotantotalous ja -tekniikka		
Tiivistelmä  <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa Boliden Harjavallalle aineistoa suodattimen sijoituspaikan valinnan tueksi. Aineiston tavoitteena oli tuoda taloudellista näkökulmaa päätöksentekoon. Investointiesityksen toteutusta varten piti selvittää, millaisia muutoksia kustannuksiin tulee investoinnin myötä. Kustannukset muutettiin sopimaan halutulle ajalle kustannuslaskentaa hyödyntämällä. Kustannusten laskemisen jälkeen investoinnin kannattavuutta selvitettiin käyttämällä Boliden Harjavallan investointilaskentapohjaa.</p> <p>Tutkimuksen teoriaosuudessa käsitellään investointilaskennan ja siihen liittyvän päätöksenteon kannalta keskeisiä teorioita. Teoriaosuuden pääosioita olivat pitkäaikainen päätöksenteko, investointi käsitteenä, investointilaskenta, kustannus käsitteenä, kustannuslaskenta ja investointiprosessi. Tutkimuksen toteutusvaiheessa kerättiin alkutietoja Boliden Harjavallan henkilökuntaa haastatteleamalla ja hyödyntämällä sisäisiä tietokantoja. Toteutustapoina käytettiin sähköpostin välityksellä tehtyjä kyselyitä sekä haastatteluja.</p> <p>Investointeja vertailemalla havaittiin kuparisulatossa sijaitseva kuivaamo kannattavammaksi sijoituskohteeksi investoinnille. Investoinnin takaisinmaksuajaksi saatiin 15 vuotta, joka on investoinnille pitkä ja kannattamaton. Investoinneissa suurimpia eroja tuottivat tuotantokustannukset, joista kuonarikastamolta suodatetun kuonan kuljettaminen kumipyörillä oli suurin kustannustekijä. Investointeja eteenpäin vietäessä havaittiin lisätutkimustarve. Lisätutkimuksessa tarvitsee selvittää lisääntykö suodatetun kuonarikasteen määrä ja tämän seurauksena kuparisulattoon syötettävän raaka-aineen määrä.</p>		
Avainsanat Investoinnit, laskenta, kustannukset, päätöksenteko, prosessi.		

Author(s) Keskimäki, Matias	Type of Publication Bachelor's thesis	Date October 2022
	Number of pages 47	Language of publication: Finnish
Title of publication <b>Factors affecting on devices placement locations</b>		
Degree programme Industrial Engineering and Technology		
Abstract  <p>The goal of this research was to produce material for investment proposals of two different locations for pressure filter to Boliden Harjavalta Oy. Purpose of the material was to bring an economical perspective to the decision making. Changing costs of investments results were needed to clarify before making the material for the investment proposal. Locations had different effect to the costs. After clarifying the costs, they were changed to match the determined timeline. Costs were input into the investment form of Boliden Harjavalta Oy. The investment form gives numerical evaluations of viability with using investment calculation tools. Results of the investment form was used to determine viability of the investment and for making the comparison.</p> <p>Theoretical part of the research includes theory of the investment accounting and the main subjects which were included to the decision making. Main points of theory are the long-term decision making, the investment as a concept, the investment accounting, the cost as a concept, the cost accounting and the investment process. In a functional part of the research initial data were collected from the staff of Boliden Harjavalta Oy and internal with using inquiries via email and an internal database. Methods of implementation were inquiries via email and interviews.</p> <p>In a comparison of the investment locations the copper smelter turned out to be economically more profitable. Payback time of investment after the investment calculations is 15 years. 15 years as a payback time is unprofitable and long for investment. Biggest differences became from production costs where transporting of slag from slag concentrator to copper smelter with vehicle made the biggest difference. When forwarding with investment there should be more research of income that is possibly get from a bigger pressure filtering capacity.</p>		
Keywords Investment, accounting, costs, decision making, process.		

## ALKUSANAT

Tehdessäni päätöksen insinöörin opintoihin hakemisesta keväällä 2019 en osannut arvella mitä se tuo tullessaan. Aloittaessani opinnot minulla oli taustalla merkonomin koulutus, jonka pohjalta en ollut kovinkaan luottavainen pärjäämisestäni opinnoissa erityisesti maatemattisluonnontieteellisten aineiden osalta. Kolme vuotta koulua käyneenä huomaan opinnäytetyöni pääaiheen olevan investointiin liittyvien laskelmien teko.

Aloittaessani tuotantotalouden insinöörin koulutusta olin suunnitellut suuntautuvani esimerkiksi myyntiin tai hankintaan, mutta ensimmäistä ammatillista harjoituspaikkaani hakiessa, minulle tarjottiin aluetyönjohtaja harjoittelua Boliden Harjavallan kuonarikastamolle. Huomasin löytäneeni minua kiinnostavan alan valmistumisen jälkeen. Kuonarikastamolla vietettyäni kesän sain mahdollisuuden tehdä opinnäytetyön myös kuonarikastamolle tulevana kesänä työn ohessa. Opinnäytetyön aihe valittiin minulle sopivaksi, jolloin sen tekeminen saatiin tuntumaan mieluisalta ja innostavalta.

Kiitoksia haluan osoittaa minut Boliden Harjavaltaan ottaneelle Jouni Juvoselle, jonka ansiosta löysin itselleni tulevaisuuden alan ja pääsin viettämään kaksi hyvin opettavaista kesää. Opinnäytetyön ohjaajani toimineelle Petri Latostenmaalle ja kaikille minua innokkaasti auttaneille Boliden Harjavallan henkilökunnalle. Hyvästä työnohjauksesta Satakunnan ammattikorkeakoulusta Niko Kandelinia. Perheelleni jatkuvasta tuesta ja kieliopillisesta avusta.

Porissa 10.10.2022

Matias Keskimäki

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	7
2 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TAVOITTEET .....	8
2.1 Boliden Harjavalta Oy.....	8
2.2 Tutkimuksen taustat .....	9
2.3 Tutkimusongelma ja sen tavoitteet.....	10
2.4 Rajaukset .....	10
3 KUONARIKASTUKSEN PROSESSI .....	12
3.1 Kuonan synty Boliden Harjavallan kuparisulatusprosessissa .....	12
3.2 Kuonarikastamon prosessi .....	13
3.3 Kuonarikasteen suodatusprosessi tällä hetkellä .....	13
3.3.1 Suodatusprosessi kuonarikastamolla .....	13
3.3.2 Suodatusprosessi kuparikuivaamossa .....	14
4 INVESTOINTILASKENTA TEOLLISUUDESSA.....	16
4.1 Pitkän tähtäimen päätöksenteko .....	16
4.2 Investointi käsitteenä.....	18
4.3 Investointiprosessi.....	18
4.4 Investointilaskenta.....	20
4.5 Investointilaskentamenetelmiä .....	21
4.5.1 Takaisinmaksuajan menetelmä.....	21
4.5.2 Sisäisen korokannan menetelmä.....	22
4.5.3 Nykyarvomenetelmä.....	23
4.6 Kustannukset ja kustannuslaskenta .....	24
4.6.1 Kustannukset.....	24
4.6.2 Kustannuslaskenta .....	25
4.7 Yrityksen varaston pääomakustannukset .....	26
4.8 Logistiikka tuotannossa.....	27
5 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS .....	29
5.1 Tutkimuksessa käytettävien tietojen hankinnanmenetelmät .....	29
5.2 Investoinnin aiheuttamien kustannusten selvittäminen.....	29
5.2.1 Muuttuvat laitekustannukset .....	29
5.2.2 Muuttuva prosessin osa.....	30
5.2.3 Muuttuva varastoinnin tarve ja tuotantokatkos.....	30
5.3 Kustannusten laskeminen eri kustannustekijöille .....	31
5.3.1 Laitteiden energiakulutuksen laskeminen.....	32
5.3.2 Kunnossapitokustannusten laskeminen .....	32

5.3.3 Sitoutuneen pääomakustannusten laskeminen.....	33
5.3.4 Tuotannon rajoitusten aiheuttamat kustannukset.....	34
5.3.5 Kuljetuskustannusten laskeminen.....	34
5.4 Investointilaskelmien toteutus.....	36
6 TUTKIMUKSEN TULOKSET JA ANALYSOINTI.....	37
6.1 Laskennassa käytetyt arvot .....	37
6.2 Suodattimen sijoittaminen rikastamoon.....	37
6.3 Suodattimen sijoittaminen kuivaamoon.....	39
6.4 Tulosten vertailu.....	40
7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO.....	42
7.1 Tulosten luotettavuus ja toteutuksen onnistuminen .....	42
7.2 Suositus investointi kohteesta .....	42
7.3 Jatkotutkimus aiheita.....	44
LÄHTEET	
LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Boliden Harjavalta Oy valmistaa erilaisia metallituotteita Satakunnassa. Päätuotteita ovat kupari ja nikkeli. Kuparia valmistetaan liekkisulatusmenetelmällä, jonka seurauksena syntyy kuonaa. Kuonaa jalostetaan kuonarikastamolla, jonka lopputuote on kuonarikaste. Kuonarikaste on kosteudeltaan vähäistä kuparisulaton raaka-ainetta. Kuonarikaste kuivataan käyttämällä kuonarikasteen kuivaamiseen soveltuvaa painesuodatinta. Painesuodattimen toimintavarmuudella on suuri merkitys kuonarikastamon ja kuparisulaton toiminta-asteelle.

Kuparisulatossa sijaitseva kuonarikasteen painesuodatin aiheuttaa tuotannon rajoituksia nykyisellään ja vaatisi suuria investointeja toiminnan parantamiseksi. Investoinneista huolimatta se ei pystyisi vastaamaan kasvavaan kuonarikasteen suodatustarpeeseen. Kuonarikasteen painesuodatin vaatisi uusimista ja sille on kaksi mahdollista sijoituspaikkaa. Vaihtoehtoiset sijoituspaikat ovat kuparisulatossa sijaitseva kuivaamo ja kuonarikastamo. Sijoituspaikat ovat investointiensä osalta erilaisia ja käyttökustannuksissa on merkittäviä eroja erilaisten prosessien myötä.

Kuonarikasteen suodatusprosessin sijoituspaikan kustannuksilla ja sitä myötä investoinnin kannattavuudella on merkitystä päätöstä tehdessä. Taloudellinen näkökulma on tärkeä ottaa huomioon ja mukaan päätöksentekoon, vaikka prosessilaitteita uusiessa myös muilla tekijöillä on suuri vaikutus.

## 2 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TAVOITTEET

### 2.1 Boliden Harjavalta Oy

Boliden Harjavalta on yksi tehokkaimmista kuparin ja nikkelin tuottajista maailmassa. Harjavallassa on Länsi-Euroopan ainoa nikkelisulatto, joka valmistaa alhaisilla rikki-dioksidipäästöillä korkealaatuista nikkelikiveä. Kuparituotantolinjan lopputuote on noin 100 kg painava kuparipitoisuudeltaan yli 99,998 % oleva kuparikatodi. Kuparituotantolinjaan kuuluu kuparisulatto, kuonarikastamo ja kuparielektrolyysi. Alhaiset rikkidioksidipäästöt mahdollistavaa kupari- ja nikkelisulatoissa käytettävä liekkisulatusteknologia. Yrityksen päätuotteita ovat kupari, nikkeli, kulta, hopea sekä sivutuotteena rikkihappo. Boliden Harjavalta tuotti vuonna 2020 kuparia 146 000 tonnia, nikkeliä 25 000 tonnia, rikkihappoa 769 000 tonnia, hopeaa 62 000 kiloa sekä kultaa 5 000 kiloa. Yritykseen kuuluu Harjavallassa sijaitsevat kupari- ja nikkelisulatot, rikkihappotehtaat, kuonarikastamo sekä Porissa sijaitseva kuparielektrolyysi. (Boliden Harjavallan www-sivut 2022.) Yrityksessä työskenteli vuonna 2021 noin 580 henkilöä Porissa ja Harjavallassa. Boliden Harjavallan liikevaihto vuonna 2021 oli noin 320 miljoonaa euroa sekä liikevoitto noin 102 miljoonaa euroa. (Kauppalehden www-sivut 2022.) Vuonna 2020 Boliden Harjavalta Oy oli Satakunnan suurin yhteisöveron maksaja noin 15 miljoonalla eurolla (Ylen www-sivut 2022).

Harjavallassa sijaitsevan sulaton juuret ulottuvat 1910 luvulle, jolloin nykyisen Outokummun kaupungin alueelta löytyi kuparimalmia. Sulatto perustettiin Imatralle vuonna 1936 ja siirrettiin Harjavaltaan sodan tieltä vuonna 1944. Porissa sijaitseva kuparielektrolyysi aloitti toimintansa vuonna 1941. Sulatoissa käytettävä liekkisulatus aloitettiin kuparisulatossa vuonna 1949 ja nikkelisulatossa vuonna 1959. Liekkisulatusteknologia kehitettiin Harjavallassa ja nykyään sillä valmistetaan noin puolet maailman kuparista. Vuonna 2004 kupari- ja nikkeli liiketoiminta liittyivät osaksi Boliden konsernia. (Boliden Harjavallan yrityseseite 2020.) Boliden konsernilla on toimipisteitä, sulattoja ja kaivoksia Pohjoismaissa ja Irlannissa. Konsernin liikevaihto oli 50 miljardia kruunua ja työntekijöitä 6000 vuonna 2019. (Boliden Company Brochure 2020.)



## 2.2 Tutkimuksen taustat

Tutkimuksen tarkoituksena on perehtyä prosessilaitteen sijainnin valinnassa vaikuttaviin kustannuksellisiin asioihin. Miten arvottaa eri kustannustekijät ja miten vertailla niitä päätöksenteon tukena. Työssä selvitetään kuonarikasteen suodattimen kuvassa 1 esitettyjen sijaintien vaikutukset investointi- ja käyttökustannuksiin. Selvitettävänä on kaksi vaihtoehtoista investoinnin toteutustapaa.

- Vaihtoehto 1 on sijoittaa suodatuslaite rikastamolle, jolloin suodatettu tavara siirretään kumipyörillä kuparikuivaamoon.
- Vaihtoehto 2 on sijoittaa suodatuslaite kuivaamoon, jolloin märkä rikaste siirrettäisiin pumppaamalla putkia pitkin kuparikuivaamoon.



Kuva 1. Ilmakuva Suurteollisuuspuisto (Google maps www-sivut, 2022)

Investointilaskennassa keskitytään näiden sijoitusvaihtoehtojen vaikutukseen kokonaisinvestointikustannuksiin. Keskeisenä käyttökustannustekijänä on kumipyörillä kuljettamisen ja pumppauksen aiheuttamat eriävät logistiikkakustannukset. Muina kustannuksina huomioidaan päätöksen seurauksena poistuvien laitteiden aiheuttamat säästöt, sähkömoottorien energiankulutus, kuonarikasteen ja kuonan muuttuvasta varastoinnista aiheutuva sitoutuneen pääoman korko ja kunnossapidon muuttuvat kustannukset.

### 2.3 Tutkimusongelma ja sen tavoitteet

Eri investointivaihtoehdot aiheuttavat erilaisia kustannuksia alkuinvestointina ja käytön ajalta. Myös kustannusten vertailun tekeminen helpoksi on tärkeää, jotta pystytään selvittämään esimerkiksi millainen vaihtoehto tulisi tulevaisuudessa kannattavammaksi. Boliden Harjavalta saa selvityksen siitä kumpi vaihtoehto on taloudellisesta näkökulmasta kannattavampi. Työssä ei pureuduta prosessiteknisesti tai tuotannollisesti paremman sijoitusvaihtoehdon valintaan.

Tutkimuskysymys on:

- Mitä vaikutuksia prosessilaitteen sijainnilla on kustannuksiin?
  - Miten eri kustannuksia arvioidaan?
  - Miten eri kustannusvaikutuksia pystytään vertailemaan keskenään?

*Tavoitteena on selvittää prosessilaitteen sijainnin aiheuttamat kustannukset ja niiden vertailtavuus.*

Työn tavoitteena on saada arvio kustannuseroista investointi- ja käyttökustannusten osalta eri investointivaihtoehtoja vertaillessa. Tarkoituksena on myös arvioida, missä kaikkialla paikan valinta vaikuttaa ja millaisia hyötyjä ja haittoja sijoituspaikoissa on. Lisäksi tarkoituksena on selvittää, kuinka useamman ratkaisuvaihtoehdon kustannusvaikutuksia voidaan vertailla yksinkertaisesti, nopeasti ja helposti. Työllä on tavoitteena toimia tehtävän päätöksen tukena rikasteen suodatuksen kustannuksista eri osastoilla, sekä vertailla erilaisia vaihtoehtojen aiheuttamia kustannuksia esimerkiksi taloudellisimman kuljetusvaihtoehdon löytämisessä.

### 2.4 Rajaukset

Työssä keskitytään prosessilaitteen sijainnin aiheuttamiin investointi- ja käyttökustannuksiin. Suurimmat kustannukset aiheutuvat rikasteen kuljetuksesta ja infran rakentamisesta, sekä toisessa tapauksessa pumppauslinjojen rakentamisesta. Työssä keskitytään kahteen eri vaihtoehtoon, niiden kustannuksiin ja miten esimerkiksi kuljetuksia voitaisiin optimoida. Tässä tutkimuksessa kahta vaihtoehtoista ratkaisua tarkastellaan

kustannuksellisesta näkökulmasta rajaamalla ulkopuolelle esimerkiksi prosessien kehittäminen, turvallisuusnäkökulmien huomioiminen ja suodatuslaitteen valintaan vaikuttaminen. Työssä käytetään hyväksi jo olemassa olevia ideoita eikä lähdetä kehittämään uusia ratkaisuja, kuten uutta sijoituspaikkaa prosessilaitteelle.

### 3 KUONARIKASTUKSEN PROSESSI

#### 3.1 Kuonan synty Boliden Harjavallan kuparisulatusprosessissa

Kuonaa syntyy Boliden Harjavalta Oy:n liekkisulatus-, konvertointi- ja anodiuni - prosesseissa. Prosesseissa käytettävä rikaste sisältää noin 20–30 % kuparia, joka kuljetetaan Harjavaltaan eri puolilta maailmaa. Erilaiset rikasteet sekoitetaan sopivaksi kupariprosessin syötteeksi. Ennen liekkisulatusuuniin syöttämistä, rikaste kuivataan höyrykuivaimessa esimerkiksi kuonarikastamon prosessissa syntyvän kuonarikasteen kanssa. (Toivonen 2021, 8.)

Liekkisulatusprosessissa rikasteesta poistetaan epäpuhtauksia hapetusreaktion avulla. Sulatukseen käytetään hapetusreaktiota, jossa hyödynnetään rikasteen oman palamislämmön synnyttämää energiaa, sekä pieniä määriä ulkopuolista energiaa, jota saadaan öljystä. Liekkisulatus on energiatehokas keino rikasteen muuntamisessa tavoitteeltaan noin 64 % kuparia sisältäväksi kuparikiveksi. Liekkisulatusuunin alauunissa sularikaste laskeuttaa kuparia sisältävän painavamman materiaalin osan alas. Päälle jäävä osuus sulatetusta rikasteesta otetaan pois kuonapataan ja kuljetetaan patajäähdytyskentälle jäähdytettäväksi. Patajäähdytyskentälle padoissa vietävä materiaalia kutsutaan kuonaksi. (Toivonen 2021, 8.)

Konvertointiprosessissa käytetään liekkisulatusuunissa syntyvää kuparikiveä. Kuparikiven pitoisuuden ollessa 64 %, jää tuotteeseen vielä paljon poistettavia epäpuhtauksia. Tarkoituksena konvertoinnilla on erottaa kuparikivestä rauta, rikki ja muut epäpuhtaudet. Konvertoinnissa kuparikiveen puhalletaan happirikastettua ilmaa kahdessa eri vaiheessa, jolloin konvertterin lopputuotteesta saadaan noin 98 % raakakuparia. Prosessissa kevyempi materiaali nousee pinnalle, josta se kaadetaan kuonapatoihin ja kuljetetaan patajäähdytyskentälle jäähdytettäväksi. (Toivonen 2021, 8–9.)

Anodiunun prosessissa 98 % sulasta raakakuparista poistetaan loput epäpuhtaudet, jonka jälkeen kupari valetaan muotteihin. Epäpuhtaudet lasketaan pataan ja kuljetetaan patajäähdytyskentälle jäähdytykseen ja jatkokäsittelyyn. (Toivonen 2021, 9.)

### 3.2 Kuonarikastamon prosessi

Patajäähdytyskentällä jäähdytetyt liekki- ja konverterrikuonapadat kaadetaan pata-monttuun. Kuona kasataan kauhakuormaajalla odottamaan kaatosuppiloon syöttöä. Kuonaa syötetään kaatosuppiloon, josta se kuljetaan patahahnaa pitkin kuonarikastamolle siiloihin. Siiloista murskana ja lohcareina oleva kuona ajetaan hihnoja pitkin lohcaremyllyihin. Lohkaremylly 1 ja 2 kuona jauhetaan pieneksi. Pieneksi jauhettu kuona (ylite) pumpataan syklonoinnin jälkeen vaahdotuskennoille eroteltavaksi vaahdotusprosessin avulla. Vaahdotusprosessissa kuparipitoinen kuona saadaan eroteltua vaahdotusöljyn, ksantaatin sekä ilman avulla. Vaahdotusöljy ja ilma tuottavat kuplia, johon kuparipitoinen rikaste tarttuu ksantaatin avustuksella kiinni ja siirtyy yli kennoista laidoilta ylitteouruihin. Ilmakupliin kelpaamaton materiaali valuu vaahdotuskennojen pohjalle, josta se lähetetään uudelleen jauhettavaksi palamyly 1 ja 2. Vaahdotuskennot ja palamyly muodostavat jatkuvan kierron, jolla varmistetaan hyvä talteensaanti. Vaahdotuskennoissa vaahdottoman materiaali pumpataan Harjavallan Sievarissa sijaitsevaan vaarallisen jätteen kaatopaikalle loppusijoitukseen. Materiaalia kutsutaan hienokuonaksi. Vaahdotuskennoissa talteen saatu kuonarikaste pumpataan rikastekaivon kautta eteenpäin suodatusvaiheeseen.

### 3.3 Kuonarikasteen suodatusprosessi tällä hetkellä

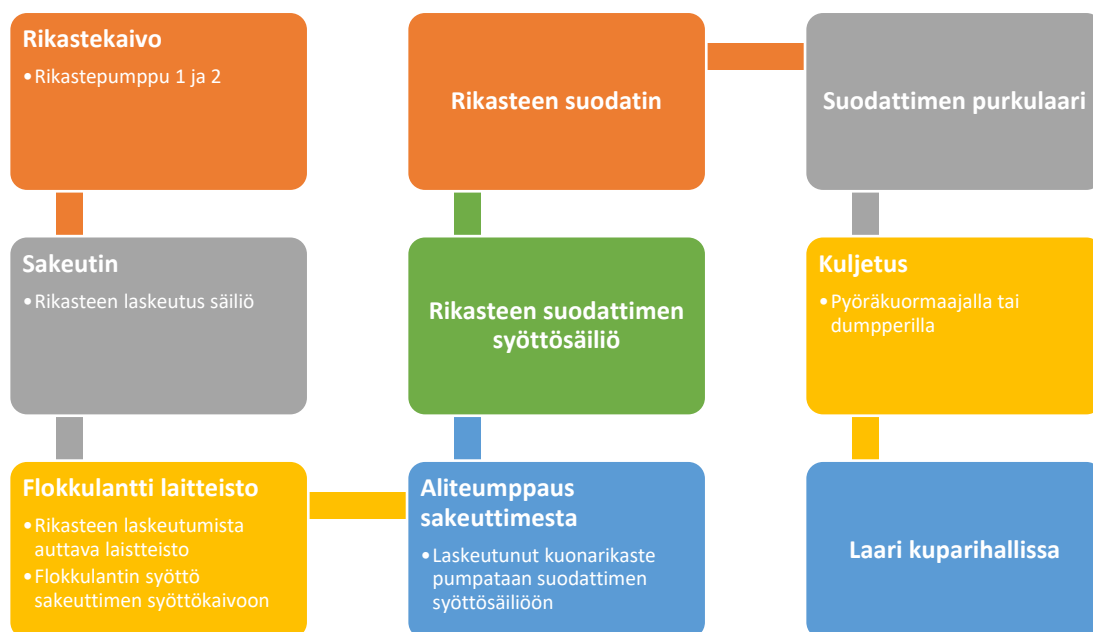
Kuonarikasteen kuivausprosessissa on kaksi erilaista vaihtoehtoa, jotka ovat prosessiltaan samankaltaisia. Prosesseissa on erona kuljetustapa ja laitteiden kapasiteetti.

Täyden tuotannon saavuttamiseksi, ensisijainen rikasteen suodatus tapahtuu kuivaamossa. Kuonarikaste vaatii suodatuksen ollakseen soveltuva seuraavaan vaiheeseen prosessissa.

#### 3.3.1 Suodatusprosessi kuonarikastamolla

Kuonarikastamolla suodatusprosessi alkaa runsaan kosteuden sisältävän rikasteen pumppauksella sakeuttimeen, jossa kiinteä aines laskeutetaan flokkulantin avulla säiliön pohjalle. Kuonarikaste pumpataan sakeuttimen alitepumpulla Larox-suodattimen

syöttösäiliöön. Syöttösäiliöstä kuonarikaste pumpataan suodattimelle suodatettavaksi. Suodatuksessa kuonarikaste pumpataan Larox-suodattimessa oleviin pystypakkoihin. Pystypakoista kosteutta poistetaan puristamalla, sekä puhaltamalla paineilmalla. Suodatetusta kuonarikasteesta pyritään saamaan kosteudeltaan noin 8 %. Suodatettu kuonarikaste kuljetetaan hihnakuljettimella kuonarikastamolla sijaitsevaan Larox-purkulaariin. Purkulaarista rikaste kuljetetaan kauhakuormaajalla kuparihalliin syötettäväksi erikseen laaditun reseptin mukaisesti rikastepetiin. Kuonarikastamon suodatusprosessin prosessikaavio esiteltyä seuraavassa kuviossa 1.



Kuvio 1. Rikastamon suodatusprosessin prosessikaavio

### 3.3.2 Suodatusprosessi kuparikuivaamossa

Kuparisulaton kuparikuivaamossa suodatusprosessi alkaa runsaan kosteuden sisältävän rikasteen pumpppauksella kuonarikastamolta kuivaamoon sakeuttimeen. Pumpaus tapahtuu kahden pumpun avulla noin 1500 metrin pituista putkilinjaa pitkin. Suodatusprosessi toimii samalla tavalla kuin kuonarikastamon suodatusprosessi. Kuivattu kuonarikaste kuljetetaan kuljetinhihoja pitkin kuparikuivaimen syöttävälle hihnalle ja siitä eteenpäin käytettäväksi prosessissa. Seuraavassa kuviossa 2 esitettynä kuivaamon suodatusprosessin prosessikaavio.



Kuvio 2. Kuivaamon suodatusprosessin prosessikaavio

## 4 INVESTOINTILASKENTA TEOLLISUUDESSA

### 4.1 Pitkän tähtäimen päätöksenteko

Pitkän tähtäimen päätöksenteossa pyritään luomaan yritykselle pitkäaikaisia vaikutuksia taloudellisesti ja tuotannollisesti. Yrityksen strategian ja aiempien resursseihin vaikuttavien päätösten vaikutus on pienempi kuin lyhyille ja keskipitkille ajanjaksoille tehtävillä päätöksillä. Pitkän tähtäimen päätökset vaikuttavat yleisesti kolmesta vuodesta aina viiteenkymmeneen vuoteen. Pitkän tähtäimen päätökset muokkaavat yrityksen strategiaa ja niitä suunnitellaessa on hyvä miettiä yrityksen suuntaa. Pitkäaikainen päätös esimerkiksi teollisuudessa vaikuttaa yrityksen suuntautumiseen ja voi vaihtaa tai vahvistaa yrityksen päätuotetta. Pitkään toimialalla toiminut yritys käyttää pitkäaikaisessa päätöksenteossa tuntemustaan toimialasta ja omista resursseistaan luodakseen mahdollisimman kannattavan strategisen päätöksen yrityksen selviytymisen ja menestymisen varmistamiseksi. (Pellinen 2019, 172–173.)

Varmistaakseen kilpailussa pärjäämisen muuttuvassa markkinassa yrityksen on mietittävä strategisia päätöksiä ja investointeja säilyttääkseen toimintansa riittävän laadun ja kapasiteetin. Yrityksessä on hyvä selvittää millaisilla asioilla yritys luo kilpailuetua eli mitkä ovat yrityksen erityiset voimavarat, sekä varmistaa ja suunnitella niiden älykäs käyttö. Voimavaroja yrityksissä on monenlaisia ja kaikki voimavarat eivät ole tuotavia, jolloin on tärkeää osata tunnistaa ja vähentää ei-tuottavaa toimintaa. Yrityksen menestymiselle on tärkeää vähentää ei-tuottavaa toimintaa ja havaita milloin luopua voimavaroista lisätäkseen resurssia tuottavissa toiminnoissa. Tuottavaa toimintaa voidaan arvottaa esimerkiksi sen aiheuttamien kustannusten perusteella tai muilla taloudellisilla indikaattoreilla (Atrill & McLaney 2018, 42–43.) Päätöksiä voimavarojen hankinnasta ja luopumisesta kutsutaan investointi- ja divestointipäätöksiksi. Päätöksiin voimavarojen siirroista voi olla esimerkiksi havaittu tarve lisätä pullonkaulaksi ja epävarmuuden aiheuttajaksi havaittua osaa yrityksen toiminnassa. Investoinnin teko kyseiseen toiminnan osaan muokkaa tai vahvistaa yrityksen strategiaa vahvistamalla tai lisäämällä sen keskittymistä ja resurssien käyttöä kyseiseen toiminnanosaan. Divestointipäätöksen teko voi olla seurausta hyvästä toimialan ja resurssien tuntemuksesta, jolloin seurausta voisi olla esimerkiksi pullonkaulaa aiheuttavan toiminnanosan



havaitseminen investoinnin osalta kannattamattomaksi. Päätös vaikuttaa yrityksen strategiaan mahdollisesti siirtämällä sen voimavaroja ja tulevaisuuden suunnitelmia eri toimintaan. (Pellinen, J. 2019, 172–173.)

Pitkä-, keski- ja lyhyentähtäimen päätöksenteossa käytetään tietoon, menetelmiin ja lukuihin perustuvia analyysyjä. Päätöksenteon tueksi kerätään dataa tukemaan päätöksen tekoa. Päätöksen tekoon vaikuttaa paljon myös ei-taloudelliset asiat erityisesti laajennusinvestointeja tehdessä (Häkli 2018, 50.) Kerätyn datan avulla, sekä määritettyjen alkutietojen perusteella luodaan ehdotus, mikä vaihtoehdoista on paras halutun tavoitteen saavuttamiseksi. Alkutietoja voi olla esimerkiksi kuinka paljon tuotannon kapasiteettia halutaan kasvattaa ja millä aikavälillä. (Parnell, Bresnick, Tani & Johnson 2013, 24.) Päätöksenteossa suuressa roolissa ovat sidosryhmät. Sidoryhmiin kuuluvat päätöksentekijät, toimittaja, omistaja, loppukäyttäjä ja kuluttaja. Päätöksentekijät ovat päätöksestä vastaavat henkilö tai henkilöt, jotka hyväksyvät esimerkiksi investoinnin ja kantavat siitä vastuun. Toimittaja on investoinnin toteutuksesta vastaava taho esimerkiksi projektiosasto. Omistaja on investoinnin kohteena olevan osaston tai organisaation vastaava taho, jonka vastuulla on investoinnin käyttö tulevaisuudessa. Esimerkiksi tehdasympäristössä osastosta vastaava päällikkö. Loppukäyttäjä on investoinnissa tehdyn hankinnan päivittäinen käyttäjä. Kuluttaja on investoinnin kohteena olevan esimerkiksi tehtaassa olevan laitteen tekemän tuotteen käyttäjä. Kaikkien sidosryhmien on hyvä osallistua päätöksentekoon mahdollisimman laajan näkökulman saamiseksi. Pitkäaikaisessa päätöksenteossa erityisesti omistajan, käyttäjän ja kuluttajan rooli päätöksenteossa on merkittävä ja voi vaikuttaa pitkälle tulevaisuuteen positiivisesti tai negatiivisesti. Päätöksen teossa kuluttajan pimentoon jättäminen voi vaikuttaa toimintaan pysyvästi. (Parnell ym. 2013, 29.)

Päätöksenteossa yleistä on päätösten vaihtelevuus ja toistumattomuus. Päätöstentekemisen tueksi luodaan analyysyjä, sekä selvitetään parhaita vaihtoehtoja taloudellisesti, tuotannollisesti sekä sidosryhmien mielipiteitä käyttäen. Analyysi voi osoittaa parhaimman vaihtoehdon näiden tietojen perusteella, mutta organisaation voi silti valita toisin. Päätösten takana on yleisesti aina ihmisiä, joka luo päätöksiin vaihtelevuutta ja voi tehdä päätöksestä myös ei-järkiperusteisen. (Parnell ym. 2013, 29.)

## 4.2 Investointi käsitteenä

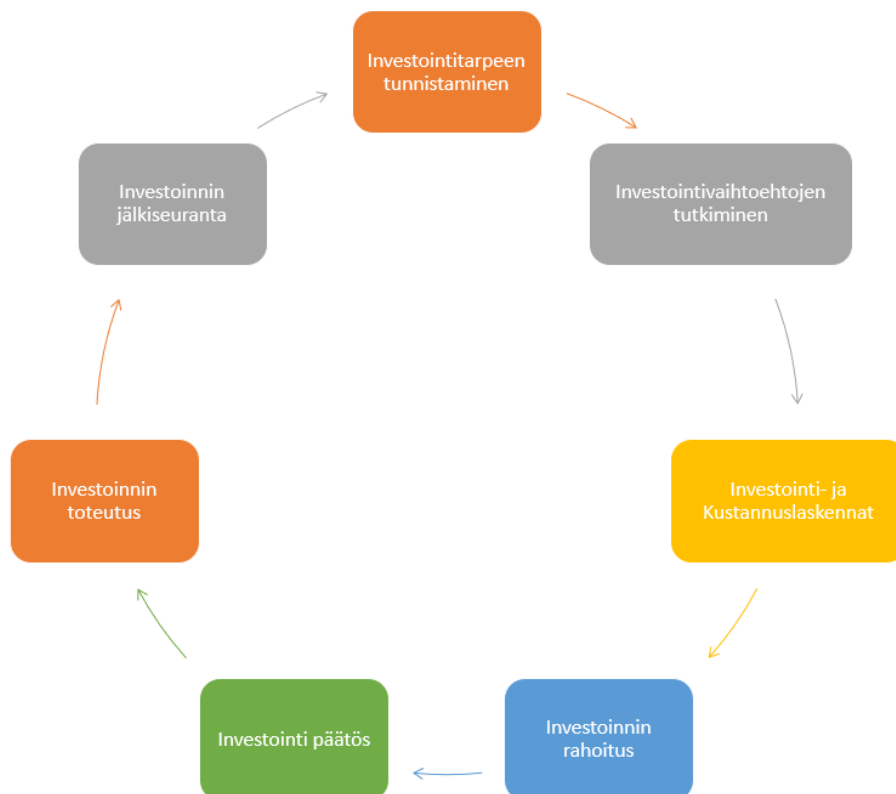
”Investoinnit määritellään menoiksi, jotka ovat euromäärältään suuria ja joissa tulon odotusaika on pitkä” (Pellinen, J. 2019, 173).

Investointi on yritykselle strateginen päätös, sillä se määrittää tulevaisuuden suuntaa yritykselle. Investoinnit tehdään pitkälle aikajänteelle, jolloin päätöksenteon tueksi tehtyjen analyysien ja laskelmien tarkkuus pienenee merkittävästi. Investointipäätöstä tehtäessä päätöksentekijän harkintakyky nousee suureen arvoon. Päätöksentekijän pitää tuntea toimiala ja yrityksen voimavarat, jolloin vaikean ja tärkeän päätöksen onnistuminen ei ole ainoastaan investointilaskelmien varassa. (Pellinen, J. 2019, 173.)

Investointitilanteita ovat tyypillisesti esimerkiksi markkinaosuuden osto, toimipaikan tai tehtaan laajentaminen tai yrityksen osto tai perustaminen. (Pellinen, J. 2019, 174).

## 4.3 Investointiprosessi

Investointikohteesta ja toimialasta riippuen investointiprosessi etenee tiettyjä vaiheita pitkin. Investointiprosessi koostuu kuudesta-seitsemästä eri vaiheesta, jotka ovat eriteltynä kuviossa 3. Prosessit liittyvät läheisesti toisiinsa eivätkä ole eroteltavissa. Prosessien vaiheiden määrä vaihtelee juuri läheisyytensä takia, koska eri vaiheita voidaan sisällyttää toistensa sisään. Investointiprosessin vaiheiden tunnistaminen auttaa ymmärtämään eri vaiheiden merkitystä kokonaisuudessa. (Kemell 2007, 18–19.)



Kuvio 3. Investointiprosessi (mukailtu Kemell 2007, 18)

Investointiprosessi alkaa investoinnin kohteen etsimisestä ja tunnistamisesta. Investoinnille havaitaan tarvetta esimerkiksi markkina-aseman säilyttämisen turvaamiseksi tai tuotantoprosessin kasvattamiseksi. Seuraavaksi investointivaihtoehtoja tutkitaan ja vertaillaan niiden soveltuvuudella esimerkiksi yrityksen strategiaan ja toimialan kehityksen suuntauksiin. Vaihtoehtojen tutkimis- vaiheessa on hyvä ottaa investointiin kuuluvien sidosryhmien edustajia mukaan päätöksentekoon. (Laukkanen 2013, 11–13.) Pitkän tähtäimen päätöksenteossa sidosryhmien huomioon ottaminen on erityisen tärkeää (Parnell et al. 2013, 29). Kolmannessa vaiheessa yrityksen mahdollisia investoinnin kohteita verrataan taloudellisesta näkökulmasta. Vaihtoehtoista luodaan investointi- ja kustannuslaskelmia. Investointi- ja kustannuslaskelmista ja niiden käsitteistä lisää seuraavissa kappaleissa. Neljännessä vaiheessa mietitään investoinnin rahoitusta ja miten se toteutetaan. Rahoitus voidaan toteuttaa yrityksen pääomarahoituksella, valtion yritystuilla ja suoraan yrityksen tulovirrasta. Isoja investointeja tehdessä rahoitusmuotoja usein yhdistellään yritykselle sopivan rahoitusmuodon löytämiseksi. Edellä mainittujen vaiheiden suorituksen jälkeen investointipäätös on seuraava vaihe. Investointipäätös tehdään investointilaskelmien ja -tutkimusten perusteella erityisesti

rahallisesti isoja investointeja tehdessä. Investointipäätöstä tehdessä voidaan vaihtoehtoisiksi ottaa useampia investointiehdotuksia, jolloin niiden vertailun tekeminen helppoksi on tärkeää päätöstä helpottamiseksi. (Kakonen 2012, 12.) Isoissa investoinneissa yrityksen johdon tehtyä myönteinen päätös, on investoinnin toteutuksen aika alkaa. Erityisesti isoissa investoinneissa päätös tapahtuu yritysten hallituksissa. Investoinnin toteutukselle tehdään suunnitelma, joka rakennetaan laskelmien ja tutkimusten pohjalta. Viimeisessä vaiheessa investoinnin toteutusta ja käyttöä seurataan. Toteutusvaiheessa on erityisen tärkeää kerätä tarkkaa tietoa investoinnin kustannuksista, jotta sen onnistumisen arviointi on mahdollista. Kerätyistä tiedoista voidaan luoda investointilaskelman tapainen jälkilaskelma. Toteutunutta dataa verrataan arvioituihin tietoihin ja luodaan päätelmä investoinnin onnistumisesta. (Laukkanen 2013, 11–14.)

#### 4.4 Investointilaskenta

Investointilaskenta on työkalu investoinnin kannattavuuden selvittämiseksi. Investointilaskennan peruskaava kannattavuuden selvittämiseksi on

$$\begin{aligned} & \textit{investoinnin erillistuotot} - \textit{erilliskustannukset} + \textit{jäännösarvo} \\ & = \textit{erilliskate} \end{aligned}$$

Erillistuotoilla tarkoitetaan investoinnille niitä myyntituottoja, jotka ovat seurausta tehtävästä investoinnista. Esimerkiksi investoinnin kohteena on teollisuuslaite, jonka uudistus nostaa lopputuotteen valmistuskapasiteettiä on erillistuotto lisääntyneet myyntitulot lopputuotteesta. Erilliskustannuksia ovat ne kustannukset, jotka suoraan aiheutuvat tehtävästä investointipäätöksestä. Esimerkiksi tehtaaseen laitetta investoidessa ovat erilliskustannuksia laite ja kaikki muu mitä laitteen uusiminen vaatii. Jäännösarvolla tarkoitetaan investoitavalle kohteelle jäävää arvoa investointiajan jälkeen. Kaikissa investointitapauksissa jäännösarvoa ei jää, koska investointi voi olla räätälöity sopimaan juuri kyseiseen kohteeseen, joten sen käyttäminen muissa kohteissa on mahdotonta. Jäännösarvo voi olla myös negatiivinen investoinnin kohteesta aiheutuvista purku- tai ennallistamiskustannuksista johtuen. (Pellinen, J. 2019, 174.)

Erilaisia investointilaskentamenetelmiä on useita, mutta kaikkiin sisältyy seuraavia vaiheita: kilpailevien investointivaihtoehtojen kannattavuuden määrittely ja vertailu

paremmuusjärjestykseen, investoinnin hylkäyskriteerien määrittäminen ja niiden perusteella vaihtoehtojen karsiminen sekä jäljellä olevien vaihtoehtojen suhteuttaminen yrityksessä olevien varojen mukaan kannattavuusjärjestykseen. (Pellinen, J. 2019, 174.)

Investointilaskennassa on tärkeää määrittää investoinnin elinaika. Laskennassa elinikää käytetään esimerkiksi kannattavuuden määrittelyssä ja kustannusten ajallisessa jakamisessa. Kannattavuutta tarkastellessa huomioon otetaan rahan pitkäaikainen sitoutuminen ja investoinnin tuottojen ajoittuminen pitkälle investoinnin ajalle eli investoinnin eliniälle, sillä raha on arvokkaampaa investointi hetkellä kuin tulevaisuudessa. Elinikä ja tuotto-odotus tiedettäessä voidaan sijoituksen rahan odotukselle laskea hinta eli korko. Investoinnin elinaika voi perustua esimerkiksi laitteen fyysiseen kulumiseen, teknologian vanhenemiseen tai tuotettavan tuotteen arvioitavaan kysynnän laskemiseen. (Pellinen, J. 2019, 174.)

#### 4.5 Investointilaskentamenetelmiä

Suomessa ja ulkomailla suuryrityksissä käytetään useimmin investoinnin arvioinnissa takaisinmaksuaikaa, sisäistä korkokantaa sekä nykyarvoa. Yrityksissä usein määritetään laskenta menetit, joita investoinneissa käytetään vertailtavuuden säilyttämiseksi.

Menetelmiä voidaan käyttää useampia ensisijaisina ja toissijaisina saadakseen laajempaa analyysiä investoinnin kannattavuudesta päätöksenteon tueksi. Yhteen menetelmään ei kannata nojautua niissä ilmenevien epäkohtien vuoksi.

##### 4.5.1 Takaisinmaksuajan menetelmä

Takaisinmaksuajan (Payback method) menetelmän ideana on laskea, kuinka nopeasti investoinnin tuottama kassavirta pääsee samalle tasolle investoinnin vaatiman pääoman kanssa. Takaisinmaksuajan menetelmässä kiinnitetään erityisesti huomiota lähiaikoina tulevien kassavirtojen laskemiseen. Yrityksissä määritetään usein investoinnin takaisinmaksuajaksi raja, jolla määritetään investoinneille hylkäysperuste. Yrityksen

takaisinmaksuajan raja voi olla esimerkiksi kymmenen vuotta, jolloin sen ylittävät takaisinmaksuajan investoinnit pääsääntöisesti hylätään. Ongelmia ovat, että menetelmässä ei oteta huomioon kassavirtoja takaisinmaksuajan jälkeen, josta johtuen investoinnin kannattavuuden laskeminen jää tekemättä. Menetelmä ei ota huomioon myöskään rahan aika-arvoa, jolloin eri ajankohtina syntyvien kustannusten arvottamista ei toteuteta. Rahan aika-arvo ongelmaan käytetään ratkaisuna diskonttausta eli muunnetaan kassavirtoja vastaamaan halutun ajankohdan rahan aika-arvoa sisäisen korkokannan avulla. (Ikäheimo, Malmi, & Walden. 2016, 173–174.)

Takaisinmaksuajan laskenta kaava:

Ratkaistaan  $n$  (vuosia).

$$\sum_{t=1}^n \text{nettokassavirrat} - \text{investoinnin kustannus} = 0$$

(Ikäheimo ym. 2016, 173–174).

#### 4.5.2 Sisäisen korkokannan menetelmä

Sisäisen korkokannan menetelmä (Internal rate of return, IRR) kertoo rahoituskustannusten määrän millä investointi on vielä kannattava. Laskelmassa verrataan yrityksen laskennallisen korkokannan suuruutta investoinnin tuottokorkokantaan. Yrityksen laskennallisen korkokannan ollessa samalla tasolla tai isompi on investointi kannattava. (Bhimani, Horngren, Datar, & Rajan 2015, 386–387.) Yrityksen laskennallisena korkokantana käytetään yleisesti yrityksen keskimääräisiä pääomakustannuksia, jotka aiheutuvat oman ja vieraan pääoman käytöstä. Yrityksen laskennallisen korkokannan ollessa 12 % ja sisäisen korkokannan laskennassa saatavan tuloksen ollessa 15 %, on investointi kyseisen laskutavan mukaan kannattava. Ongelmia laskutavassa ovat sen oletus, että investoinnista vapautuva pääoma sijoitettaisiin toiseen yhtä hyvin tuottavaan investointiin sekä laskutapa voi antaa laskennallisesti oikeita vastauksia, vaikka investoinnin myöhemmässä vaiheessa kassavirta kääntyisi negatiiviseksi. (Ikäheimo ym. 2016, 175–176.)

Sisäisen korkokannan laskentakaava:

$$0: \sum_{t=1}^n \frac{\text{kassavirta}}{(1 + IRR)^t} + \frac{\text{jäännösarvo}}{(1 + IRR)^n} - \text{hankintameno}$$

(Ikäheimo ym. 2016, 175–176).

#### 4.5.3 Nykyarvomenetelmä

Nykyarvomenetelmässä (Net Present Value NPV) investoinnin tuotot diskontataan nykyhetkeen. Diskonttaus tarkoittaa rahan arvon muuttamista yrityksen diskonttauskorokannan mukaan vastaamaan investointihetken rahan arvoa. Rahan arvo on suurempi investoinnin tekohetkellä kuin myöhemmissä vaiheissa. Nykyarvomenetelmä kertoo investoinnin tuottaman arvon yritykselle euromääräisenä. NPV menetelmä näyttää yksiselitteisesti mitkä investoinnit ovat kannattavia ja kuinka paljon. Menetelmän mukaan kaikki investoinnit, jotka antavat positiivisen arvon ovat toteuttamiskelpoisia ja rahat ovat sijoitettavissa yrityksen muuhun toimintaan (Bhimani ym. 2015, 385.) Ongelma menetelmässä on, että järjestelmä laittaa suuret sekä pienet investoinnit samaan arvoon NPV laskennasta saamansa tuloksen mukaan ottamatta huomioon pääoman rajallisuutta yrityksissä. NPV on samankaltainen IRR menetelmä, mutta prosenttien tilalla laskennassa käytetään euroja tai laskennassa käytettävää valuuttaa. Menetelmässä lasketaan kaikkien ajanjaksojen nettokassavirrat eli kassaan tulevien ja lähtevien kassavirtojen erotus, lasketaan aika-arvolla painottaen yhteen. (Ikäheimo ym. 2016, 176.)

Nykyarvomenetelmän laskentakaava:

$$NPV = PV(\text{nettokassavirrat} - \text{Investoinnin kustannus})$$

PV = aika-arvo

(Ikäheimo ym. 2016, 176).

NPV laskennassa ilmenevät ongelmat voidaan poistaa suhteuttamalla nykyarvon ja investoidun pääoman summa investoituun pääomaan. Menetelmää kutsutaan nykyarvoindeksiksi eli suhteelliseksi nykyarvoksi SNA. Menetelmä on kuitenkin vähemmän käytetty sillä se ei anna konkreettisia lukuja sijoituksen kannattavuudesta. (Ikäheimo ym. 2016, 176–177.)

Suhteellisen nykyarvon laskentakaava:

$$\text{Suhteellinen nykyarvo} = \frac{NPV + \text{investointikustannus}}{\text{Investointikustannus}}$$

(Ikäheimo ym. 2016, 176).

#### 4.6 Kustannukset ja kustannuslaskenta

Kustannusten selvittäminen ja kustannuslaskennasta saatava informaatio on tärkeää yrityksen toiminnalle. Kustannuksia syntyy tuottavan toiminnan saamiseksi.

Kustannusten laskemiseen käytetään usein monia erilaisia menetelmiä kustannustekijästä riippuen. Menetelmät eivät yleensä ole yleisesti päteviä niiden kohdistamisesta johtuen. Kustannusten laskemisessa on tärkeää päättää mille ajalle kustannukset lasketaan.

##### 4.6.1 Kustannukset

Kustannuksella tarkoitetaan sellaista taloudellista uhrausta, joka tehdään kyseisen laskentakohteen tuottamiseksi. Kustannus on siis tuoton ja kassavirran saamiseksi käytetty taloudellinen uhraus. Kustannusten tietäminen ja kustannuslaskennan harjoittaminen on tärkeää yrityksen johdolle ja asiantuntijoille auttaen päätösten teossa koskien esimerkiksi tuotevalikoimaa ja tuotekehitystä. (Jormakka, Koivusalo, Lappalainen & Niskanen 2015, 196.) Esimerkiksi teollisessa ympäristössä tuottava laite vaatii erilaisia taloudellisia uhrauksia. Uhrauksia voi olla esimerkiksi työvoima, energia ja kunnossapito. Kustannusta arvoettaessa on tärkeää huomioida kustannusten syntyäika ja muuntaa se sopimaan laskennalliseen aikaan eli yleensä nykyaikaan. Esimerkiksi hankitun raaka-aineen arvo vaihtelee varastossa oloaikana, jolloin kustannusten määrä voi olla eri kuin hankittaessa. Kustannus eroaa menosta ja kulusta kirjanpidollisesti niin, että menolla tarkoitetaan jonkin hyödykkeen tai palvelun hankintahintaa ja kululla sen tilikaudelle osoitettua hintaa. Kustannuskäsitteet sekoittuvat usein arkikielen käytössä antaen kuvan niiden tarkoittaen samoja asioita. (Ikäheimo ym. 2016, 123–125.)

Muuttuvat ja kiinteät kustannukset tarkoittavat kustannuksia, mitkä käyttäytyvät eri tavalla suhteessa tuotannon volyyymiin. Tuotannon volyymin vaihtelut vaikuttavat



muuttuviin kustannuksiin. Volyymin noustessa muuttuvat kustannukset nousevat. Muuttuvia kustannuksia voi olla esimerkiksi energia, työvoima ja raaka-aine. Volyymin noustessa muuttuvat kustannukset nousevat, joko samalla suhteessa tai hypähdyksittäin. Esimerkiksi työvoimakustannukset usein nousevat hypähdyksittäin. Pienen tuotantomäärän nousun voi yritys pystyä paikkaamaan teettämällä työntekijöillä yllitöitä, mutta tuotantomäärien noustessa riittävästi on yrityksen palkattava lisää työvoimaa. Tuotantomäärien noustessa hypähdyksellinen kasvu jatkuu. Kiinteiksi kustannuksiksi lasketaan esimerkiksi kiinteistön vuokra tai muu ylläpito, hallinto ja muut tuotannon volyyymista riippumattomat kustannukset. (Ikäheimo ym. 2016, 123–125.) Kiinteät kustannukset nousevat vain yrityksen muuttaessa esimerkiksi isompiin toimintotiloihin, mikä voi vaikuttaa esimerkiksi vuokran määrään (Atrill & McLaney 2018, 66–67.)

#### 4.6.2 Kustannuslaskenta

Kustannusselvittäminen on yrityksen toiminnalle tärkeää. Kustannuksista tehdään kustannuslaskentaa, josta saatavaa informaatiota käytetään yrityksen toiminnan suunnittelussa. Kustannuslaskennalla on kolme päätehtävää, joita ovat varaston arvostus, vastuualuelaskenta ja tuote-, laite- ja asiakaskohtaisten kustannusten määrittäminen. Yrityksen harjoittaessa varastonpitoa on yrityksen laskettava sen kustannuksia, sillä se on sidottu rahoittajien laskentatoimeen sekä lainsäädäntö säätää varaston pidon kustannusten ilmoittamista. Vastuualuelaskennalla tarkoitetaan kustannusten selvittämistä eri kustannuspaikkoihin. Kustannukset kohdistetaan tiettyyn paikkaan esimerkiksi tuotantolaitoksessa oleviin eri tuotantolinjoihin. Näin pystytään selvittämään tuotantolinjan kokonaiskustannukset, joka auttaa esimerkiksi hinnoittelussa kertoen koko tuotteelle kohdistuvat kustannukset. Tuote-, laite- ja asiakaskohtaisten kustannusten laskennassa kustannukset kohdistetaan esimerkiksi asiakkaalle, jolloin pystytään näkemään asiakkaan aiheuttamat kulut ja vertaamaan asiakkaan tuottamaan kassavirtaan. (Jormakka ym. 2015, 196–197.)

Valmistusyrityksessä tuotteille voidaan kohdistaa välittömiä ja välillisiä kustannuksia. Välittömät kustannukset ovat esimerkiksi raaka-aine, kunnossapito ja energia. Välilli-

siin kustannuksiin lasketaan varastointi, valmistus ja hallinnolliset kustannukset. Välillisellä ja välittömällä tarkoitetaan kustannusten kohdennettavuutta tiettyyn työvaiheeseen tai paikkaan. Välitön kustannus on helppo kohdentaa tiettyyn paikkaan. Esimerkiksi tuotantolaitoksessa koneen käyttämä energia on helppo kohdentaa tiettyyn laitteeseen. (Ikäheimo ym. 2016, 127.) Välillinen kustannus on vaikeampi kohdistaa esimerkiksi tuotantolaitoksessa, jossa käytetään useampaa laitetta, on vaikea kohdistaa työntekijöiden palkkakustannukset vain yhdelle laitteelle. Tuotantolaitoksen valmistessa vain yhtä tuotetta on laitteen kustannusten laskeminen helpoin tehdä käyttämällä jakolaskentamenetelmää. Jakolaskentamenetelmässä valitaan haluttu ajanjakso, jolle selvitetään kustannukset ja tuotantomäärä.

$$\text{Suoritteiden yksikkökustannus} = \frac{\text{laskentakauden kustannukset}}{\text{toteutunut suoritemäärä}}$$

(Jormakka ym. 2015, 197.)

#### 4.7 Yrityksen varaston pääomakustannukset

Varaston pito yrityksissä aiheuttaa pääomakustannuksia siihen sitoutuneen pääoman takia ja mahdollisten vakuutusten takia. Vakuutukset ovat yleensä kustannuksiltaan vakioita. Pääomasta maksetaan korkoa, jonka määrittämiseen on useita eri tapoja. Korko voidaan määrittää johdonlaskentatoimessa käyttämällä vaihtoehtoiskustannuksia, jolloin korko määritetään parhaan mahdollisen sen hetkisen sijoituskohteen mukaan. Voidaan käyttää vieraan pääoman sen hetkistä korkoa markkinoilla. Yritys voi määrittää haluamansa laskentakoron pääomalleen käyttämällä esimerkiksi vieraan ja oman pääoman tuottovaatimusten painotettua keskiarvoa, jota kutsutaan WACC (Weighted Average Cost of Capital). Varastoon sidottu pääoma otetaan huomioon kustannusten laskennassa. (Järvenpää, Länsiluoto, Partanen & Pellinen 2015, 89–90.)

Varaston pääomakustannusten laskukaava:

$$\begin{aligned} & \text{Pääomakustannukset} \\ & = \frac{(\text{Varaston arvo} * \text{laskentakoro} * \text{valittu ajanjakso})}{365} \end{aligned}$$

Varaston arvo riippuu tuotteiden tai vastaavan määrästä ja niiden hinnasta. Varastossa olevat tuotteet voivat olla hankittu eriaikoina, jolloin niiden kirjanpidollinen arvo ei

sovellu käytettäväksi. Varaston arvon laskennassa käytetään jälleen hankintahintaa ja käypää arvoa. Jälleen hankintahinnalla tarkoitetaan tuotteen hintaa sillä hetkellä ostettaessa ja käypä arvolla eli tuotteen hinnalla markkinoilla. (Järvenpää ym. 2015, 89–90.)

#### 4.8 Logistiikka tuotannossa

Tuotannossa tarvitaan usein monenlaista logistiikkaa. Raaka-aineita kuljetaan tuotantopaikalle esimerkiksi junalla, laivalla tai rekoilla tai niiden yhdistelmillä. Raaka-aineet voidaan varastoida odottamaan tuotantoon pääsemistä varastoon, josta ne kuljetetaan esimerkiksi trukilla tai pyöräkuormaajalla jatkojalostus paikalle. Jalostettu tuote voidaan jälleen jatkojalostaa eri sijainnissa, johon se kuljetetaan uudelleen. Valmis tuote kuljetetaan halutulla tavalla suoraan asiakkaalle tai uudelleen varaston kautta odottamaan asiakkaalle lähettämistä. Tuotanto vaatii paljon logistiikkaa, joten sen suunnittelu ja optimointi on erityisen tärkeää tehokkaan tuotantoprosessin saavuttamiseksi. (Logistiikan Maailman www-sivut 2022.) Logistiikan toimintatapa riippuu paljon yrityksen tuotannosta. Tuotanto voi olla yksittäis-, sarja-, projekti- tai prosessi-tuotantoa, jolloin logistiikka toimii monella eri tavalla. (Murphy & Wood 2011, 31.)

Logistiikan suunnittelussa on tärkeää ottaa huomioon useita tekijöitä. Yksi tärkeä tekijä on kuljetustavan valinta. Liikuteltava tuote voi asettaa rajoituksia kuljetustavan valinnassa esimerkiksi, jos kyseessä on tuote, joka kooltaan ei mahtuisi rekkaan kuin yksi kerrallaan, mutta trukilla siirtäminen onnistuu. Trukilla ja muilla lyhyeen siirtämiseen tarkoitettujen koneiden valinnassa pitää ottaa huomioon kuljetettava matka. Tärkeää on myös suunnitella määrä, jota ollaan siirtämässä. Yleisesti suuremman määrän kerralla siirtäminen on halvempaa, joten se kannattaa ottaa huomioon eräkoko suunnitellessa. Eri kuljetustapoja yhdistelemällä ja vähentämällä siirrettävien matkojen määrää ja pituutta, voidaan saavuttaa suuret säästöt logistiikkakuluissa. (Logistiikan Maailman www-sivut 2022.)

Logistiikassa on nykyään tärkeää miettiä kysymyksen ”make or buy” vastausta. Kysymys tarkoittaa, että tuotetaanko logistiset palvelut itse vai hankitaanko ne ulkopuoliselta palveluntuottajalta. Logistiset toiminnot voidaan ulkoistaa kokonaan tai vain

osittain. Esimerkiksi yritys voi hoitaa sisäisen logistiikkansa kokonaan ja ulkoistaa ulkopuolelle suuntautuvan logistiikan, kuten tuotteiden toimituksen asiakkaille. Sisäisellä logistiikalla tarkoitetaan yrityksen sisällä tapahtuvien logististen toimintojen toteuttamista, kuten puolivalmisteen siirtämistä seuraavalle tuotantolaitteelle tai varastoon yrityksen toimitiloissa. Ulkoistamisessa hyötynä on, että siitä vapautuu pääomaa, jota on sitoutunut koneisiin, tiloihin, varastoihin ja muihin investointeihin. Tällä voidaan saavuttaa merkittäviä parannuksia sijoitetun pääoman tuottoon, sillä sijoitetun pääoman määrä laskee huomattavasti eli kustannukset vähenevät. Ulkoistamisessa huonona puolena usein on, että hallinta logistiikan hoidosta siirtyy osittain alihankkijalle, jolloin laadussa voi olla vaihtelua tai toimintatavat eivät ole yrityksen arvojen mukaisia. Ulkoistamisen seurauksena myös osaamista poistuu yrityksestä vähenevien työpaikkojen johdosta, jolloin päätöksen peruminen voi olla haastavaa. (Inkiläinen 2009, 19.)

Logistiset palvelut ovat tärkeää optimoida ja saada niistä syntyvä hukka leikattua pois. Hukalla tarkoitetaan kaikkea ei tuottavaa toimintaa, jota yrityksen sisäisessä logistikkassa voi olla, kuten liian suurien varastojen pitäminen tai liian pienien määrien siirtely kerralla. Logististen ratkaisujen suunnittelu jo investointeja tehdessä on erityisen tärkeää, jolloin niihin pystytään vaikuttamaan tehokkaimmin. (Logistiikan Maailman www-sivut 2022.)

## 5 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

### 5.1 Tutkimuksessa käytettävien tietojen hankinnanmenetelmät

Kappale sisältää selvityksen, miten tutkimuksessa on kerätty lähtötietoja tutkimuksen toteutukseen. Tutkimuksen tietojen keräämiseen on käytetty haastatteluja ja sähköpostin välityksellä toteutettuja kyselyitä. Tiedot on kerätty eri sidosryhmiltä, jotka on havaittu olevan yhteydessä tutkimuksessa tarvittaviin tietoihin. Taulukossa 1 esitetty tutkimuksen toteutuksessa ja lähtötietojen hankinnassa mukana olleita tahoja.

Taulukko 1. Tutkimuksen osallistuneet tahot

Tutkimukseen osallistunut taho	Tietoja, joita hankittu kyseiseltä taholta
Projektipäällikkö Boliden	Investoinnin lähtötiedot, investointipohjan käyttö
Talousjohtaja Boliden	Boliden Harjavallan laskennassa käytettävät arvot
Alihankkijan työnjohtaja	Logistiset kustannustiedot ja vaihtoehdot
Kunnossapitoinsinööri Boliden	Kunnossapidolliset kustannukset kuparisulatto
Kunnossapidon työnjohtaja Boliden	Kunnossapidolliset kustannukset rikastamo
Käyttöinsinööri Boliden	Raaka-aineen sisältämät pitoisuudet ja varastoinnin tarve
Sähkö ja automaatio kunnossapitopäällikkö	Pumppujen energian kulutus ja energian hinta

### 5.2 Investoinnin aiheuttamien kustannusten selvittäminen

Toteutuksen alussa tehtiin päätös hyvästä aloitus kohdasta. Alussa selvitettiin suodatusprosessien nykytilanne ja luotiin niille prosessikaaviot kuviot 1 ja 2.

Nykytilanteiden selvittäminen molemmista kuparikuivaamon ja kuonarikastamon prosesseista oli tärkeää. Nykytilannetta ja investointisuunnitelmaa vertaamalla pystytään näkemään investoinnin myötä muuttuvat prosessin vaiheet ja laitteet.

#### 5.2.1 Muuttuvat laitekustannukset

Nykytilanteen arvioinnissa, jokainen laite käydään läpi ja verrataan investoinnissa suunniteltujen uudistusten kanssa. Havaittaessa poistuva laite arvioidaan millaisia kustannuksia tai säästöjä voisi syntyä. Tunnistaessa esimerkiksi käytöstä poistuva pumppu, selvitetään pumpun aiheuttamat kunnossapidon ja energiankulutuksen ai-

heuttamat kustannukset. Jokainen poistuva laite arvioitiin ja niille kohdistuneet kustannukset selvitettiin. Tutkimuksessa oli tärkeää huomata ero poistuvalla ja korvattavalla laitteella. Korvattava laite ei aiheuta muutosta käyttökustannuksissa. Taulukossa 2 on listattuna tarvittava lähtöaineisto laitteiden kustannusten laskemiseksi. Kustannusten selvittämisessä laitteista käytettiin apuna Boliden Harjavallan kunnossapitoinsinööriä ja sähkökunnossapitopäällikköä.

Taulukko 2. Laitteiden aiheuttamat käyttö- ja kunnossapitokustannukset

Selvitettävä lähtötieto
Laitteen sähkömoottorin koko
Laitteen keskimääräinen teho
Laitteen keskimääräinen ajoaika
Laitteen kunnossapitokustannukset
Sähkönhintaa c/kwh

### 5.2.2 Muuttuva prosessin osa

Suodatusprosessin nykytietoja ja investointisuunnitelmia vertaillen havaittiin prosessin muutos. Sijoittamalla uusi suodatin rikastamolle, vaihtuu suodatetun rikasteen kuljetustavaksi kuljetus kumipyörillä. Taulukossa 3 on eriteltyä tarvittavien lähtötietojen selvittäminen muuttuvan kuljetusprosessin kustannuksen selvittämiseksi. Tiedot saatiin kuljetuksista vastaavan alihankkijan työnjohtajilta.

Taulukko 3. Logistiikka kustannusten alkutiedot

Kuljetuslaite	Lisälaskutettava tuntihinta (€/h)	Yhden kuljetuksen kapasiteetti (t)	Yhden kuljetuksen kestävä aika keskiarvo (min)
Kauhakuormaaja	X	13,5	22,5
Dumpperi	X	20	45

### 5.2.3 Muuttuva varastoinnin tarve ja tuotantokatkos

Investoinnin sijoitusvaihtoehto, jossa suodatin sijoitettaisiin rikastamolle yksi lisäarvoa tuova prosessin muutos, on rikastevarastolle tehtävä varastokasa. Varasto tehtäisiin tasaisen syötön mahdollistamiseksi kuparisulaton tuotannossa. Rikasteen varas-

tossa pitäminen kuitenkin tuottaa siihen sitoutuneen pääoman vuoksi pääomakustannuksia. Taulukossa 4 on eriteltyä sitoutuneen pääoman laskemiseen tarvittavat tiedot, jotka saatiin kuparisulaton käyttöinsinööriltä, Boliden Harjavallan sisäisistä tietokannoista ja talousjohtajalta.

Taulukko 4. Varaston aiheuttamien pääomakustannusten alkutiedot

<b>Varastoinnista aiheutuvien pääomakustannusten laskennassa tarvittavat tiedot</b>
Varaston koko
Rikasteen metallipitoisuudet
Käytettävä laskentakorko
Laskennassa käytettävät metallien hinnat

Sijoitettaessa rikasteen suodatin kuparikuivaamoon aiheutuu tuotannolle katko investoinnin aikana. Tuotanto katkeaa kuparikuivaamossa Larox-suodattimen osalta arviolta noin kuukaudeksi, jolloin tuotanto toimii vajaalla teholla. Tuotannon vajaalla teholla toimiminen aiheuttaa rajoitusta kuparisulaton ja rikastamon tuotannossa. Kuparisulaton kustannusta aiheutuu rajoitetusta tuotannosta ja rikastamalla kustannus aiheutuu lisääntyneestä varaston syntymisestä patajäähdytysalueelle. Taulukossa 5 on eriteltyä kustannusten laskemiseen tarvittavat alkutiedot. Tietoja saatiin talousosastolta, sekä Boliden sisäisistä tietokannoista.

Taulukko 5. Tuotannon katkoksen aiheuttamat kustannukset

<b>Tuotannon katkoksen aiheuttamien kustannusten alkutiedot</b>
Tuotannon rajoituksen määrä %
Tuotetusta tonnista saatava katetuotto
Katkoksen kesto
Suodattimen keskiarvoinen tuotto tunnissa
Rikastamon ylösajotonnit keskimäärin kuukaudessa
Varastoitavan aineen pitoukset
Laskennassa käytettävät metallien arvot

### 5.3 Kustannusten laskeminen eri kustannustekijöille

Kustannusten selvittämisen jälkeen kustannukset laskettiin soveltumaan investoinnin aiheuttamiin kustannuksiin ja tuloihin. Kustannukset piti laskea sopimaan haluttuun ajanjaksoon ja uusiin muutoksiin sopivaksi, jotta kustannukset ovat kohdistettavissa investointiin. Seuraavissa kappaleissa on esitetty kaavat, joilla kustannuksia laskettiin

sopimaan investointiin. Kustannusten laskemisessa on käytetty Microsoft Excel taulukkolaskentaohjelmaa.

### 5.3.1 Laitteiden energiakulutuksen laskeminen

Energiakustannuksia laitteille laskettiin Taulukon 6 mukaisesti. Laskennassa otetaan huomioon ainoastaan laitteen kuluttaman sähkön kustannukset. Laitteissa on tärkeää selvittää maksimitehon lisäksi toteutunut teho, jolla laitetta on käytetty. Tärkeää oli myös selvittää, kuinka paljon pumppua on käytetty, jolloin kokonaiskulutus vuodessa on mahdollista laskea. Tuotantomäärien kasvaessa uutta suodatinta käyttäessä on tärkeää ottaa huomioon, että pumppauksen vaatima energia kasvaa sen vaatiessa lisää tehoa. Nykyinen energian kulutus on suhteutettu sopimaan investoinnin jälkeiseen energian tarpeeseen.

Taulukko 6. Energiakulutuksen laskeminen

<b>Energiakulutuksen laskeminen</b>	
Laitteen teho	A kw
Laitteen keskiarvoinen ajoteho	B %
Laitteen keskimääräinen ajoaika	C %
Energian hinta	D c/kwh
Nykyinen tuotantomäärä	E t/h
Investoinnin jälkeinen tuotantomäärä	F t/h
Vuorokausi	G 24 tuntia
Vuosi	H 365 vuorokautta
<b>Laitteiden energian kulutuksen kustannus</b>	<b><math>I=A*B*C*G*D</math></b>
<b>Laitteiden energiankulutuksen kustannus investoinnin jälkeen</b>	<b><math>J=I*(F/E)</math></b>

### 5.3.2 Kunnossapitokustannusten laskeminen

Kunnossapitokustannuksia laskiessa huomioon otettiin useamman vuoden toteutuneet kustannukset, jotta pystytään laskemaan keskiarvoinen kustannus laitteen kunnossapidolle. Laskennassa pitää myös ottaa huomioon, että onko laite poistuva vai korvattava. Mikäli laite korvataan, aiheutuu uudestakin laitteesta tietty määrä kustannuksia, jotka pitää vähentää kustannuksien säästymisestä. Taulukossa 7 on eriteltyä tarvittavat tiedot ja laskukaavat kustannusten laskemiseksi laitteille.



Taulukko 7. Kunnossapitokustannusten laskeminen

<b>Kunnossapitokustannusten laskeminen</b>	
Kunnossapitokustannukset 2019	A €
Kunnossapitokustannukset 2020	B €
Kunnossapitokustannukset 2021	C €
Kunnossapitokustannukset 2022 (suhteutettuna)	$D=E/F*G$ €
Tapahtuneet kustannukset vuonna 2022	E €
kuukausia kulunut	F
Kuukausia vuodessa	G
Arvioidut kunnossapitokustannukset investoinnin jälkeen	H €
<b>Kunnossapitokustannusten säästö investoinnin jälkeen</b>	<b><math>I=(A*B*C*D)/4-H</math></b>

## 5.3.3 Sitoutuneen pääomakustannusten laskeminen

Sitoutuneen pääoman kustannuksia laskiessa pitää selvittää varastoitavan tavaran arvo, määrä ja varastointi aika. Tietojen selvittämisen jälkeen käytetään laskentakorkoa sitoutuneen pääoman kustannustenlaskemiseen. Laskennoissa yrityksissä käytetään yleensä yrityksen sisäisesti määrittämiä laskentakorkoja. Sitoutuneen pääomakustannusten laskeminen toteutetaan haluamalleen ajalle taulukossa 8 olevilla kaavoilla.

Taulukko 8. Sitoutuneen pääomakustannusten laskeminen

<b>Sitoutuneen pääomakustannuksien laskeminen</b>	
Kuparin tonni hinta USD/tonni	A \$
Valuutan vaihtokurssi Eur/USD	B
Kuparin tonni hinta EUR/tonni	$C=A/B$ €
Varastossa olevan kuparin pitoisuus	D %
Laskentakorko	E %
Raaka-ainemäärä varastossa	F t
Vuorokausi	G 24 tuntia
Viikko	H 7 vuorokautta
Kuukausi	I 30 vuorokautta
Vuosi	J 365 vuorokautta
<b>Kuparin arvo varastossa</b>	<b><math>K=C*D*F</math></b>
<b>Yhden viikon sitoutuneen pääoman kustannus</b>	<b><math>L=(K*E*H)/J</math></b>
<b>Yhden kuukauden sitoutuneen pääoman kustannus</b>	<b><math>M=(K*E*I)/J</math></b>
<b>Yhden vuoden sitoutuneen pääoman kustannus</b>	<b><math>N=(K*E*J)/J</math></b>

### 5.3.4 Tuotannon rajoitusten aiheuttamat kustannukset

Laitteen ikääntyessä sen suunnittelemattomat korjaukset voivat aiheuttaa tuotannossa rajoituksia. Taulukossa 9 on eritelty, miten rajoitusten aiheuttamia kustannuksia voidaan laskea. Laskennassa käytettävä katetuotto on yrityksen sisäisesti laskema arvo tuotannon tuottamalle katteelle. Rajoitusta tuotannolle syntyy myös laitteita uusiessa, jolloin tuotanto voi olla seis laitteen korvaamiseen kestävän ajan.

Taulukko 9. Tuotannonrajoitusten aiheuttamat kustannukset

<b>Tuotannon rajoitusten aiheuttamat kustannukset</b>	
Tuotannon rajoitukset 2021	A t
Tuotannon rajoitukset 2022	$B=C/D * E$
Tapahtuneet tuotannon rajoitukset 2022	C t
Kuukausia kulunut	D
Kuukausia vuodessa	E
Boliden harjavallan katetuotto Cu-linjalla	F
<b>Tuotannon rajoitusten aiheuttama kustannus 2021</b>	<b><math>G=A * F</math></b>
<b>Tuotannon rajoitusten aiheuttama kustannus 2022</b>	<b><math>H=B * F</math></b>

### 5.3.5 Kuljetuskustannusten laskeminen

Kuljetuskustannuksia laskiessa pitää ottaa huomioon kuljetettavan tuotteen määrä, kuljetettavan laitteen kapasiteetti ja kuljetukseen kuluva aika. Tutkimuksessa kuljetuksessa käytettäviksi laitteiksi olivat vaihtoehtoina pyöräkuormaaja ja dumperi. Eri kuljetukseen käytettävät laitteet toivat kolme erilaista vaihtoehtoa tavarantoimitukseen. Kuljetuksille laskettiin hinnat yksittäin käyttäen dumperia tai pyöräkuormaajaa, sekä käyttämällä sykliajolla molempien yhdistelmää.

Taulukossa 10 lasketaan dumperille ja pyöräkuormaajalle vuotuiset kuljetuskustannukset tuotantolaitteen maksimikapasiteetille. Laskennassa käytettävässä laskutavassa on ideana, että dumperin ja pyöräkuormaajan kuljettama määrä tunnissa on isompi kuin tuotantolaitteen tuottama määrä, joten kuljetusta ei tarvita jatkuvasti.

Taulukko 10. Kuljetuskustannukset dumperilla ja pyöräkuormaajalla yksittäin

<b>Kuljetuskustannukset dumperilla ja pyöräkuormaajalla yksittäin</b>	
Lisälaskutettava tuntihinta	A €/h
Yhden kuljetuksen kapasiteetti	B t
Yhden kuljetuksen kestävä aika keskiarvo	C min
Suodattimen maksimi tuotto	D t/h
Tunti	E 60 min
Vuorokausi	F 24 tuntia
Vuosi	G 365 vuorokautta
<b>Kuljetuskustannukset jatkuvalla tuotannolla vuodessa</b>	<b><math>H=(F*G)*(B/(D/(C/E)))*A</math></b>

Sykliajossa syntyviä kustannuksia ennen pitää arvioida syklin pituus. Syklin pituus on arvioitu käyttämällä alihankkijalta saatua arviota syklin tarpeellisesta pituudesta tulevalla tuotantomäärällä. Sykleille on laskettu, että kuinka paljon kumpikin kuljetuslaite kerkeää kuljettamaan tuotetta, sekä kuinka kauan tuotantolaitteella kestää tuottaa kyseinen määrä tuotetta. Syklille on laskettu hinta käyttämällä kuljetuslaitteiden lisälaskutettavia tuntihintoja. Kuljetuskustannukset vuoden ajanjaksolle on määritetty laskeamalla tarvittavien syklien määrä jatkuvalla tuotannolla vuoden aikana. Yhden syklin hinta kerrotaan syklien määrällä haluttuna aikana. Taulukossa 11 on eriteltyä sykliajolla tapahtuvan kuljetuksen laskutapa.

Taulukko 11. Kuljetuskustannukset sykliajolla

<b>Kuljetuskustannukset sykliajolla dumperi ja pyöräkuormaaja</b>	
Tyhjennys syklin kesto	A tuntia
Yhden kuljetuksen kapasiteetti dumperi	B t
Yhden kuljetuksen kestävä aika keskiarvo dumperi	C min
Yhden kuljetuksen kapasiteetti pyöräkuormaaja	D t
Yhden kuljetuksen kestävä aika keskiarvo pyöräkuormaaja	E min
Suodattimen maksimi tuotto	F t/h
Tunti	G 60 min
Syklin aikana dumperi kuljettaa	$H=A/(C/G)*B$
Syklin aikana pyöräkuormaaja kuljettaa	$I=A/(E/G)*D$
Syklien välissä oleva aika	$J=(H+I)/F-A$
Lisälaskutettava tuntihinta dumperi	K €/h
Lisälaskutettava tuntihinta pyöräkuormaaja	L €/h
Syklin hinta	$M=A*K+A*L$
Vuorokausi	N 24 tuntia
Vuosi	O 365 vuorokautta
Syklien tarve vuodessa 365 vuorokautta	$P=N*O/(A+J)$
<b>Kuljetuskustannukset vuodessa</b>	<b><math>Q=P*M</math></b>

#### 5.4 Investointilaskelmien toteutus

Investointilaskennassa käytettiin Boliden Harjavallan investointiesityspohjaa. Investoinnin kustannukset oli ennakkoon saatu Boliden Harjavallan projektipäälliköltä. Investointilaskelma sisälsi investoinnin kustannukset kuten päälaitteen, rakennukset ja muut työt. Investointilaskelmassa ei ollut otettu huomioon investoinnista aiheutuvia kustannuksia ja tuloja.

Investointipohjaan syötetään investoinnin kustannukset ja siitä aiheutuvat kustannukset. Investointipohja laskee investoinnille nykyarvon, sisäisenkorokannan ja takaisinmaksuajan. Investointipohjan käyttö oli perusteltua, koska se noudattaa yhtiön yleisesti käyttämää linjaa investointien laskennassa. Investointilaskelmien perusteella pystytään suorittamaan sijoituspaikkojen aiheuttamien kustannusten, sekä investoinnin kannattavuuden vertailu, koska investointipohjan antamat arvot ovat saatu samoilla laskentametoodeilla.

## 6 TUTKIMUKSEN TULOKSET JA ANALYSOINTI

### 6.1 Laskennassa käytetyt arvot

Laskennassa käytetyt arvot ovat muunnettuja, eivätkä ole totuudenmukaisia. Investoinnin, kustannusten ja laskennassa käytetyt arvot ovat yrityksillä salassa pidettävää tietoa, joten ne on työstä piilotettu. Tarkoituksena on esitellä työssä käytettyjä kaavoja ja metodeja.

Laskennoissa käytettiin aikaisemmin eriteltyjä laskukaavoja. Investointilaskennassa käytettiin Excelistä löytyviä kaavoja, kuten netto nykyarvo, sisäinen korko ja takaisinmaksuajan laskennassa jos-funktiota. Laskennassa käytettävä pohja on saatu Boliden Harjavallan projektiosastolta. Taulukoissa 12 ja 13 olevat laskennat ovat 20 vuoden investointiajalle. Arvot ovat ilmoitettu tuhansina euroina.

### 6.2 Suodattimen sijoittaminen rikastamoon

Sijoitettaessa suodatin rikastamolle aiheutuu suurimmat investointikustannukset rakennuskustannuksista, sekä päälaitteen hankinnasta ja asennuksesta. Taulukossa 12 on eriteltyinä kustannusten aiheuttajat. Investointikustannukset on jaoteltu ensimmäiselle kahdelle vuodelle investointikustannusten jakautumisajan mukaan. Investoinnin toteutus on arvioitu tehtäväksi kahdessa vuodessa.

Tulot ja tuotantokustannukset, joita investoinnin toteuttamisesta syntyy, on laskettu vuositasolla aikaisemmin esiteltyjen kaavojen mukaan ja jaettu jokaiselle vuodelle. Tulojen tai tuotantokustannusten ollessa lisää kustannuksia aiheuttavia merkitään ne miinusmerkkisenä laskentataulukkoon ja niiden ollessa tuottavia merkataan ne plusmerkkisenä. Jatkuvia tuloja investointiesityksessä aiheutuu vanhan suodattimen poistumisesta vähenevistä kunnossapitokustannuksista ja tuotannon menetyksistä aiheutuvista kustannuksista. Suodattimen siirtyessä rikastamolle poistuu käytöstä laitteita, joiden energiankulutus ja kunnossapitokustannukset säästyvät. Jatkuvia tuotantokustan-

nuksia investoinnissa syntyy rikasteen kuljettamisessa kumipyörillä rikastamolta kuparihalliin syötettäväksi eteenpäin prosessissa. Kuparihallissa pidetään välivarastoa, joka aiheuttaa sitoutuneen pääoman kustannuksia.

Taulukko 12. Kannattavuuslaskenta suodattimesta rikastamolle.

Rikastamon kuonarikasteen painesuodattimen uusiminen						
Vuosi	1000 EUR					NPV 1000 EUR
	Tulot	Tuotantokustann.	Investointimeno / Käyttöön	Muu	Kassavirta	
	+	-	-	-	=	
1				-185	-185	-169
2				-183	-183	-320
3	54	-26			28	-299
4	54	-26			28	-280
5	54	-26			28	-262
6	54	-26			28	-246
7	54	-26			28	-232
8	54	-26			28	-218
9	54	-26			28	-206
10	54	-26			28	-195
11	54	-26			28	-186
12	54	-26			28	-177
13	54	-26			28	-168
14	54	-26			28	-161
15	54	-26			28	-154
16	54	-26			28	-148
17	54	-26			28	-142
18	54	-26			28	-137
19	54	-26			28	-133
20	54	-26			28	-128
Yht.	979	-470		-369	0	140
<b>KANNATTAVUUS</b>						
		<b>Sisäinen korko</b>		<b>IRR</b>		<b>3,4 %</b>
		<b>Laskentakorko</b>		<b>%</b>		<b>10,0 %</b>
		<b>Nettonykyarvo</b>		<b>NPV</b>		<b>-128</b>
		<b>Takaisinmaksuaika</b>		<b>V / Y</b>		<b>Yli 20</b>
		<b>Taloudell.pitoaika</b>		<b>V / Y</b>		<b>10</b>
<b>Tulot =</b>	+	Vanhan suodattimen aiheuttamat tuotannon menetykset				
	+	Vanhan suodattimen kunnossapitokustannukset				
	+	Käytöstä poistuvien laitteiden kunnossapitokustannukset				
	+	Käytöstä poistuvien laitteiden energiankulutus				
<b>Tuotantokustann. =</b>	-	Lisääntyneet varastointikustannukset				
	-	Lisääntyneet kuljetuskustannukset				

### 6.3 Suodattimen sijoittaminen kuivaamoon

Suodattimen sijoituskohteen ollessa kuivaamo ovat suurimmat investointikustannuksia aiheuttavat tekijät päälaitteen investointi, sekä rikastamo-kuivaamo putkilinjan uusiminen. Taulukossa 13 on eriteltynä investointi samalla periaatteella kuin taulukossa 12.

Suodattimen sijoituspaikan ollessa kuivaamo aiheutuu tuotannossa katko. Katkon aikana tuotanto ei ole toiminnassa täydellä teholla, joka aiheuttaa rajoituksia syötössä. Katkon aikana sitoutuneen pääoman kustannukset nousevat, sillä tavaraa joudutaan pitämään varastossa kauemmin. Katkon aiheuttamat kustannukset on sijoitettu investoinnin toiselle vuodelle. Jatkuvia tuloja syntyy tuotannon rajoitusten ja kunnossapitokustannusten vähentymisestä vanhan suodattimen uusimisen johdosta. Investointi ei aiheuta muutosta jatkuvissa tuotantokustannuksissa.

Taulukko 13. Kannattavuuslaskelma suodattimesta kuivaamoon.

Kuivaamon kuonarikasteen painesuodattimen uusiminen						
Vuosi	1000 EUR					NPV 1000 EUR
	Tulot	Tuotantokustann.	Investointimeno / Käyttöön	Muu	Kassavirta	
	+	-	-	-	=	
1			-154		-154	-140
2	-59	-1	-133		-193	-299
3	51	0			51	-261
4	51	0			51	-226
5	51	0			51	-194
6	51	0			51	-166
7	51	0			51	-139
8	51	0			51	-116
9	51	0			51	-94
10	51	0			51	-74
11	51	0			51	-56
12	51	0			51	-40
13	51	0			51	-25
14	51	0			51	-12
15	51	0			51	0
16	51	0			51	12
17	51	0			51	22
18	51	0			51	31
19	51	0			51	39
20	51	0			51	47
Yht.	861	-1	-287	0	572	
<b>KANNATTAVUUS</b>						
		<b>Sisäinen korko</b>		<b>IRR</b>		<b>12,2 %</b>
		<b>Laskentakorko</b>		<b>%</b>		<b>10,0 %</b>
		<b>Nettonykyarvo</b>		<b>NPV</b>		<b>47</b>
		<b>Takaisinmaksuaika</b>		<b>V / Y</b>		<b>15</b>
		<b>Taloudell.pitoaika</b>		<b>V / Y</b>		<b>10</b>
<b>Tulot =</b>	-	Investoinnin aiheuttaman tuotantokatkon vaikutukset				
	+	Vanhan suodattimen aiheuttamat tuotannon rajoitukset				
	+	Vanhan suodattimen kunnossapitokustannukset				
<b>Tuotantokustann. =</b>	-	Investoinnin aiheuttaman katkon varastointikustannukset				

## 6.4 Tulosten vertailu

Tulosten vertailu pystytään toteuttamaan helposti käyttämällä laskennoista saatuja arvoja. Laskennassa saadut arvot ovat muunnettu sopimaan vuositasolle ja antamaan



mahdollisimman realistinen arvo kullekin kustannukselle tai tulolle. Aikaisemmin teoria osuudessa esiteltyt investointilaskennan menetelmät antavat hyvän arvion investoinnin kannattavuudesta.

Toteutettu investointilaskelma noudattaa yleisiä menetelmiä, jolloin kahta eri vaihtoehtoa on mahdollista vertailla keskenään ja yleisellä tasolla. Kustannusten saaminen saman arvoiseen ja aikaiseen muotoon on tärkein tekijä tekemään tulosten vertailun helpoksi ja mahdolliseksi.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

### 7.1 Tulosten luotettavuus ja toteutuksen onnistuminen

Tutkimuksen tulokset on saatu käyttämällä luotettavia alkutietoja niiden ollessa saatavilla tai valistuneita arvioita alan ammattilaisilta. Alkutietoja on kerätty perusteellisesti ja johdonmukaisesti, jotta tiedoista saadaan vertailukelpoisia. Laskennoissa on käytetty hyväksi Boliden Harjavallasta löytyvää osaamista investointien ja kustannusten laskemisessa oikeaan vertailukelpoiseen muotoon.

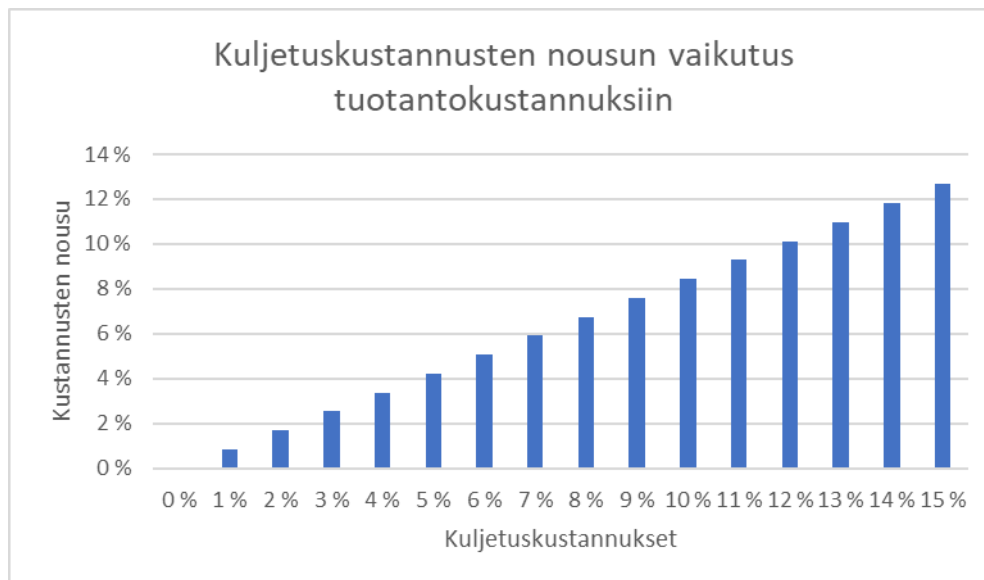
Tutkimukseen käytetyt alkutiedot kerättiin käyttämällä sähköpostin välityksellä toimitettuja kysymyksiä. Ennen alkutietojen keräämistä, selvitettiin yhdessä laitteista vastaavien toimijoiden kanssa, että tutkimuksessa otetaan huomioon tarvittavat kustannustekijät. Haastattelu tutkimuksen toteutustapana soveltui tiedon hankkimiseen, koska kysymykset olivat perusteellisten alkutietojen keräämisen jälkeen mahdollista kohdistaa oikeille henkilöille. Tutkimuksessa käytettyjä tietoja kerättiin myös Boliden Harjavallan tietojärjestelmistä, jolloin voitiin olla varmoja niiden luotettavuudesta pienellä virhemarginaalilla.

Tulokset antavat vertailukelpoiset arvot tutkimuksen aikaisilla tiedoilla. Tutkimuksesta teki luotettavan siinä käytetyt laskutavat ja alkutietojen luotettavuus. Tutkimus oli onnistunut ja se antoi mahdollisuuden vertailla kahta investointia taloudellisesti näkökulmasta luotettavasti ja helposti.

### 7.2 Suositus investointi kohteesta

Suositus investointikohteesta investointilaskelmien perusteella. Investointikohteista kannattavampi on kuonarikasteen painesuodattimen sijoittaminen kuparisulatolla sijaitsevaan kuivaamoon. Investoinnissa tuotantokustannukset pysyvät muuttumattomina, mutta tuloja oli melkein yhtä paljon kuin investoinnin sijoituskohteen ollessa kuonarikastamo. Suurimpana vaikuttavana tekijänä investointeja vertaillaessa on kuljetuskustannukset, joista seuraa merkittävä tuotantokustannusten nousu. Kuviossa 4 on

esitettyinä, kuinka iso vaikutus kuljetuskustannuksilla on vuosittaisiin tuotantokustannuksiin. Kuljetuskustannusten noustessa seitsemän prosenttia nousee vuosittaiset tuotantokustannukset kuusi prosenttia. Kuljetusten hinnan muutoksilla on suuri vaikutus investoinnin kannattavuuteen sen ollessa suurin jatkuva tuotantokustannustekijä.



Kuvio 4. Kuljetuskustannusten nousun vaikutus tuotantokustannuksiin

Tuloksia analysoidessa on otettu huomioon myös muiden kustannustekijöiden vaikutuksia kokonaiskannattavuuteen. Esimerkiksi sähkönhinnan nousulla voisi olla suuri vaikutus laitteiden energiakustannuksiin. Energiakustannukset muodostavat investoinnin kokonaiskustannuksiin verrattuna pienen osan tuotoista, joten suurikaan sähkönhinnan nousu ei vaikuttaisi investoinnin kannattavuuteen. Investoinnissa huomioon otetuissa laskelmissa energianhinnan nousulla olisi positiivinen vaikutus kannattavuuteen.

Investointilaskelmissa huomioon otetuilla tiedoilla investointien takaisinmaksuajoissa on suuria eroja. Investoinnin sijoittuessa kuivaamoon on takaisinmaksuaika 15 vuotta, kun taas kuonarikastamon vastaava on yli 20 vuotta. Investointilaskelmissa huomioon otetuilla tiedoilla investointi ei ole taloudellisesta näkökulmasta kannattava kumpaankaan sijoituskohteeseen.

### 7.3 Jatkotutkimus aiheita

Tutkimuksessa toteutettiin kustannusten selvitys ja laskenta kolmelle erilaiselle kuljetusvaihtoehdolle. Kuljetusvaihtoehtoja olivat kuljettaminen dumperilla, pyöräkuormaajalla tai edellä mainittujen kuljetusvaihtoehtojen yhdistelmää käyttävällä sykli menetelmällä. Pyöräkuormaajalla rikasteen kuljettaminen kuparihalliin osoittautui kustannuksiltaan edullisimmaksi. Kuljetustapaa mietittäessä edullisin vaihtoehto ei muilta osiltaan ole aina paras ratkaisu. Käyttämällä esimerkiksi sykliajoa pystytään alueella lisääntyvä liikenne ajoittamaan tapahtumaan muulta liikenteeltä hiljaisempina aikoina.

Investoinnin kannattavuutta tulevaisuudessa on hyvä arvioida myös muilla menetelmillä kuin taloudellisesta näkökulmasta. Toteutettava investointi on pitkäaikaiseen käyttöön, jolloin on hyvä tutkia investoinnin kannattavuutta myös prosessiteknisestä näkökulmasta ja suunnitella mahdollisesti millaisia tulevia investointitarpeita voisi tulla. Tutkimuksen teoriaosuudessa avattiin käsitettä pitkäaikaisesta päätöksenteosta, jolla tarkoitetaan, että investointi ei ole sidottu yrityksen strategiaan vaan investoinnilla voidaan määrittää yrityksen strategia. Ennen investoinnin toteutusta olisi hyvä selvittää millaisia vaikutuksia investoinnilla on tulevaisuuden päätöksiin ja millaiseksi se muokkaa yrityksen strategiaa. Isojen investointien teko ilman tarkkaa tulevaisuuden suunnittelua voi vaikuttaa yritykseen pitkällä aika jännteellä negatiivisesti.

Investoinnilla voi olla vaikutusta kuonarikasteen ja niin sanotun maksullisen rikasteen syöttöön kuparisulatossa. Maksullisella rikasteella tarkoitetaan raaka-ainetta, josta saadaan Boliden Harjavallan koko kuparilinjan katetuotto rikastetonnille. Uusi suodatin voi mahdollistaa suurempaa kuonarikasteen tuotantoa ja tällä on vaikutuksia kuparisulaton raaka-aineen syöttöön. Kasvava syöttö kuparisulatossa pitää arvottaa kuonarikasteen painesuodattimelle investointien kannattavaksi tekemiseksi.

Investoinnilla ja tuotantoketjun muutoksella voisi olla mahdollista saada parannettua kuonarikasteen syötön tasaisuutta kupariliekkiiunissa. Kuonarikasteen tullessa syöttöön rikastamolta kuljetettuna rikastevarastoon, jonka jälkeen se sekoitettaisiin tasaisesti osaksi syöttöseosta. Nykyisellään kuonarikasteen syöttö tapahtuu panos-ajolla suoraan kuivaamossa sijaitsevasta painesuodattimesta, jolloin kuonarikasteen syöttö tapahtuu epätasaisesti. Tasaisella syötöllä voidaan saada parannettua liekkiiunikuonan

ja -kiven laatua. Pienikin parannus hienokuonan kuparitasoissa voi tehdä investoinnista kannattavan. Kuparikiven laadun tasoittuminen voisi parantaa konvertoinnin hallittavuutta, jonka myötä myös konvertterikuonan laatu paranisi.

## LÄHTEET

Atrill, P & McLaney, E. 2018. Management Accounting for Decision Makers. 9. uud. p. Harlow, United Kingdom: Pearson Education Limited

Bhimani, A. Horngren, C, T. Datar, S, M. & Rajan, M. 2015. Management and Cost Accounting. Sixth ed. Edinurgh Gate: Pearson.

Boliden Company Brochure 2020. Viitattu 9.8.2022  
<https://indd.adobe.com/view/9005af9e-7f95-4344-81ae-d3edcd7fd800>

Boliden Harjavallan www-sivut. Viitattu 9.8.2022. <https://www.boliden.com/fi>

Boliden Harjavallan yritysesite 2020. Viitattu 9.8.2022  
<https://indd.adobe.com/view/978b9e46-3492-45e2-9ad7-ae1c844ab22b>

Google Maps www-sivut. Viitattu 20.8.2022. <https://www.google.com/maps/>

Häkli, S. 2018. Investointipäätöksenteon rationaalisuus kuntakontekstissa – Case-tutkimus Suomalaisessa kunnassa. Väitöskirja. Turun yliopisto. <https://www.utu-pub.fi/bitstream/handle/10024/144497/AnnalesE24H%C3%A4kli.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ikäheimo, S. Malmi, T. & Walden, R. 2016. Yrityksen laskentatoimi. 6. uud. p. Helsinki: Talentum Pro.

Inkiläinen, A. 2009. LOGISTINEN PÄÄTÖKSENTEKO. Helsinki: Edita Publishing

Jormakka, R. Koivusalo, K. Lappalainen, J & Niskanen, M. 2015. Laskentatoimi. 4 uud. p. Helsinki: Edita Publishing Oy

Järvenpää, M. Länsiluoto, A. Partanen, V & Pellinen, J. 2015. Talousohjaus ja kustannuslaskenta. 2.–3. p. Helsinki: Sanoma Pro Oy

Kakonen, A-M. 2012. Investoinnin kannattavuuden arviointi ja rahoitus kohdeyrityksessä. AMK-opinnäytetyö. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Viitattu 16.8.2022.  
[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/46299/Anna-Mari\\_Kakonen.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/46299/Anna-Mari_Kakonen.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Kauppalehden www-sivut. Viitattu 9.8.2022. <https://www.kauppalehti.fi/>

Kemell, J. 2007. Investointilaskelmien hyväksikäyttö korvausinvestoinneissa metalliteollisuussektorin yrityksissä. Pro gradu- tutkielma. Tampereen yliopisto. Viitattu 15.8.2022. <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/94171/gradu01553.pdf?sequence=1>

Laukkanen, P. 2013. Investoinnin kannattavuus ja investointiprosessi. AMK-opinnäytetyö. Lahden ammattikorkeakoulu. Viitattu 15.8.2022.  
[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/66157/Laukkanen\\_Paavo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/66157/Laukkanen_Paavo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Logistiikan Maailman www-sivut. Viitattu 14.8.2022. <https://www.logistiikanmaailma.fi/>

Murphy, P, R, Jr & Wood, F, D. 2011. Contemporary Logistics. 10. uud. p. New Jersey: Pearson Education, Inc.

Parnell, G, S. Bresnick, T, A. Tani, S, N. Johnson, E, R. 2013. Handbook of decision analysis. John Wiley & Sons: Hoboken, N.J. Viitattu 7.8.2022. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/samk/reader.action?docID=1119455>

Pellinen, J. 2019. Kustannuslaskenta ja kannattavuusajattelu. Alma Talent Oy. Viitattu 5.8.2022. [https://verkkokirjahylly-almatalent-fi.lil-lukka.samk.fi/teos/IAIBFXDTEB#kohta:Kustannuslaskenta\(\(20\)ja\(\(20\)kannattavuusajattelu/piste:t5](https://verkkokirjahylly-almatalent-fi.lil-lukka.samk.fi/teos/IAIBFXDTEB#kohta:Kustannuslaskenta((20)ja((20)kannattavuusajattelu/piste:t5)

Toivonen, R. 2021. LOHKAREMYLLYN TÄYTTÖASTEEN JA HEITTOKAAREN MÄÄRITYS. AMK-opinnäytetyö. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Viitattu 7.8.2022. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/519650/Toivonen\\_Robi.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/519650/Toivonen_Robi.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Ylen www-sivut. Viitattu 9.8.2022. <https://yle.fi/>