

Universitetet i Stavanger



Picture from IVAR's facility in Forus (Source; own illustration)

## Innovation in the Norwegian waste industry: “What do the waste industry find important in order to increase the degree of robotics?”

By  
Kristina Løvhaugen Herault  
(Candidate number: 4044)  
Anette Horpestad  
(Candidate number: 4086)

**MASTEROPPGAVE MASTER I ØKONOMI OG ADMINISTRASJON**

**FACULTY OF SOCIAL SCIENCES,  
UIS BUSINESS SCHOOL**

**MASTER'S THESIS**

**STUDY PROGRAM:**

**MASTER I ØKONOMI OG  
ADMINISTRASJON**

**THESIS IS WRITTEN IN THE  
FOLLOWING  
SPECIALIZATION/SUBJECT:**

**BUSINESS INNOVATION**

**IS THE ASSIGNMENT CONFIDENTIAL?  
(NB! Use the red form for confidential  
theses)**

**TITLE:**

**INNOVATION IN THE NORWEGIAN WASTE INDUSTRY:  
"WHAT DO THE WASTE INDUSTRY FIND IMPORTANT IN ORDER TO  
INCREASE THE DEGREE OF ROBOTICS?"**

**AUTHOR(S)  
KRISTINA LØVHAUGEN  
HERAULT  
ANETTE HORPESTAD**

**SUPERVISOR:  
HILDE NESS  
SANDVOLD**

**Candidate number:**

**4044.....**

**4086.....**

**Name:**

**KRISTINA LØVHAUGEN  
HERAULT**

**ANETTE HORPESTAD**

## **Foreword**

This thesis is our final assignment for our Master degree of Science and Business Administration, specialization in innovation. Achieving a Master's degree at the University of Stavanger has been exciting and educational and in addition we made a lot of international friends.

First, we would like to show gratitude to our thesis supervisor, Hilde Ness Sandvold for providing us with excellent advice and feedback for our thesis. Additionally, devoting her time to support us through our final work during our education. We would also like to thank Andreas Lofthus Fidjeland for valuable feedback, which helped improve our spelling and sentence structure.

Secondly, we would like to thank Atle Rettedal at RobotNorge AS for answering quickly on our email and giving us the opportunity to learn about robotics and being able to use the company in our thesis.

Lastly, we would like to give a great thanks to all the interview participants in the different companies; Norsk Gjenvinning AS, Ragn-Sells AS, Westco AS, IVAR IKS, Romerike avfallsforedling IKS, Retura TRV and The Consultant for communicating a lot of useful knowledge on the waste industry.

*Kristina Løvhaugen Herault and Anette Horpestad*

## **Executive summary**

This thesis addresses what the Norwegian waste industry find important in order to increase the degree of robotics, by looking into the companies' value chain. Therefore, we find it interesting to look into RobotNorge's robots, to find out if they are interesting choice for the waste industry. In order to uncover if RobotNorge's products are suitable for the waste industry we choose a sub-question, "Does RobotNorge's robots fit into what the waste industry find important?".

The background of the waste industry in Norway is to ensures collection, treatment and recycling of around 11-12 million tons of waste yearly and have a turnover for more than NOK 22 billion annually. The robotics industry in Norway however, have a low density of industry robots compared to other countries. An explanation is related to the composition of industries in Norway, as both of the manufacturing are related to the exploitation of oil and gas and fishing industries which play an important role in Norway.

We choose a qualitative research method in order to collect new and firsthand information through semi-structured interviews. The companies' names are Norsk Gjenvinning AS (NG), Ragn-Sells AS, Westco AS, IVAR IKS, Romerike avfallsforedling IKS (ROAF) and Retura TRV. These are carefully selected based on their location in Norway.

Throughout the analysis, we look into the degree of robotics today which is based on the information we have collected though our interviews. There is only one company that is about to start using robots with AI in their production process, NG. However, ROAF, IVAR and NG also use Near Infrared (NIR) technology machines developed by TOMRA. This sensor-based sorting technology is the new modern method for recycling facility in waste industry. Additionally, according to all informants within both intercommunal and private companies, they indicate the robot would be most efficient to have within the production process, which will result in higher end product quality.

The Norwegian waste industry have some barriers which is interesting in regards of implementation of robotics, such as price, requirements and regulations, and some informants mentioned a barrier with the robot's software and functionality. Furthermore, the companies' innovation focus is mainly through consultants, own research or observations from other companies.

The waste industry expects robotics technology to become better in the future which can help the industry to meet the environmentally friendly expectations from society. However, according to ROAF the robotics technology must be adapted in a larger selection than the existing solution. The robot technology must be combined and further developed both in the gripping function and appearance of the robot, the whole robot must be improved. Which creates an opportunity for the future.

We have found six important factors for the waste industry which are related to price of robotics, efficiency of robotics, quality of the end product (clarity), implementing options of robotics, experienced suppliers and access to knowledge.

For both intercommunal and private companies', the highest valued factor is quality of the end product (clarity). Secondary, for intercommunal is efficiency of robotics and for private is price of robotics. Thirdly, for intercommunal is implementing options of robotics and for private access to knowledge.

Answering our sub-question, RobotNorge's product the FlexPicker is useful for smaller assembly lines to pick out light objects such as batteries, glass or HDPE. However, the FlexPicker is less suitable for private companies compared to the intercommunal companies since both financial point and waste type differ. Yet, RobotNorge have the possibility of creating custom made solutions for the different needs for each company as they have a large selection of different robot bodies to choose from at ABB. Still, the solutions are not optimal as it is time consuming and costs money.

The overall result shows the degree of robotics is expected to increase if the robot can meet the requirements such as higher clarity on the end product, higher efficiency, affordable price etc. This will result in competitive advantage for the waste industry and relief them from monotonous and some unsafe working tasks. However, the high uncertainty of how long period it's going to take to accomplish the expected accuracy and capacity of robotics, lead to a barrier to implement robotics today.

## **Table of content**

Chapter 1: Introduction	1
Chapter 2: Background	4
2.1 The Norwegian waste industry	4
2.1.1 Value chain	4
2.1.2 The industry statistics	7
2.2 Robot and robotics in Norway	8
2.3 Norwegian Supplier	11
Chapter 3: Theory	13
3.1 Innovation	13
3.1.1 Process and Product Innovation	14
3.1.2 Incremental and disruptive/radical innovation	15
3.1.3 Knowledge spillover and Innovation clusters	16
3.2 Innovation strategy	17
3.2.1 Value Chain analysis	19
3.2.2 Barriers and motivation factors	20
Chapter 4: Method	23
4.1. Qualitative method	23
4.1.1 Different qualitative methods	23
4.1.2 Different interview methods	25
4.2. Primary and Secondary data	26
4.3. Reliability and Validity of Data	26
4.4 Conducting of the interviews	27
Chapter 5: Analysis and Findings	29
5.1 Current Standpoint	29
5.1.1 The degree of robotics today (Q2)	29
5.1.2 Value chain capabilities (Q3,5,7)	30

5.1.3 Barriers (Q4,16)	33
5.1.4 Innovation focus (Q6,8,10)	35
5.2 Prospective Future	37
5.2.1 Environmentally friendly (Go green) (Q9)	37
5.2.2 The Robot Potential (Q11,12,13)	38
5.2.3 Opportunities (Q4,14,15)	41
5.2.4 Financial Value (Q17)	42
5.3 Dissimilarities	44
5.4 Findings	45
5.5 RobotNorge AS	47
Chapter 6: Conclusion	50
Reference list:	52
Appendix 1: Overview waste treatment	55
Appendix 2: Interview Guide	56
Appendix 3: Interview transcript 1-6	58
Interview 1: IVAR IKS (Interview in person)	58
Interview 2: Ragn sells (Skype)	71
Interview 3: Romerike Avfallsforedling IKS (skype)	78
Interview 4: Retura TRV (Tlf)	86
Interview 5: Westco AS (Interview in person)	91
Interview 6: Norsk Gjenvinning AS (Tlf)	97

## Figure Table

Figure 1: Household waste value chain model	5
Figure 2: Construction and firm waste value chain model	6
Figure 3: Number of industrial robots by country (per 10,000 employees)	9
Figure 4: TOMRA's sensor function overview	10
Figure 5: Robot variant IRB 260-30/1.5	12
Figure 6: Innovation dimensions	18
Figure 7: Michael Porter's Value chain	19
Figure 8: Overview over companies interviewed for the thesis	28
Figure 9: Waste process value chain model	32
Figure 10: Informants find important in robotics	39
Figure 11: Three most important factors for the companies	46
Figure 12: Robot variant IRB 360 FlexPicker	48



## **Chapter 1: Introduction**

Innovation is rapidly changing the waste industry, particularly with regards to automation and digitalization. In order to meet our desire to learn about robotics, we formed a collaboration with RobotNorge in Klepp. This collaboration grew into the waste industry which fitted into our secondary wish of passion for eco-friendly solutions (go green). Therefore, our research question is;

**“What do the waste industry find important in order to increase the degree of robotics?”**

Our goal is to investigate and recognize what the Norwegian waste industry find important when it comes to increased degree of robotics, by looking into the companies’ value chain. The reason we look at this need of increased robotics is to eliminate autonomous work tasks and increase end product clarity which characterize the industry. We hope to find solutions for easier implementation of robotics to the waste industry. Therefore, we choose a sub-question in order to make it clearer. Our sub-question is;

**(1) “Does RobotNorge's robots fit into what the waste industry find important?”**

We find it interesting to look into RobotNorge’s robots, this because they are the main supplier of robotics in Norway and therefore an interesting choice for the waste industry.

In order to answer our research question, we use qualitative method and create interview guide in order to connect relevant theories and to obtain important data. This, through six semi-structured interviews with specific selected waste companies in Norway, where we collect the necessary data to conduct this analysis. The selected companies are Norsk Gjenvinning AS, Ragn-Sells AS, Westco AS, IVAR IKS, Romerike avfallsforedling IKS, Retura TRV, a consultant for the waste industry and a private informant from the industry. These were carefully selected based on their location and market share in Norway, additionally if they were intercommunal or private owned. We had a conversation with a knowledgeable consultant who delivers services to the waste industry, he came highly

recommended by IVAR, we met him at IVAR's facility in Forus. After the interviews with The Consultant and Westco we got a tour of IVAR's and Westco's facilities.

We are confident in the integrity of the data collected from the companies. Further, we analyze the current standpoint and prospective future of robotics in the industry using proven methodologies and academic literature.

How we define robotics. Automation is referred to as when machines and technologies substitute human tasks, robotics however are categorized both with- and without artificial intelligence (AI). The robots without AI are machines which are installed to do what it's told, the robots with AI on the other hand have the capability to learn and imitate as a human being. An example of what an AI can learn is how to pick up a tomato gently without destroying it.

Despite the importance of understanding Innovation in the Norwegian waste industry, the information about this topic are somehow limited. The acquired knowledge and collected information within the waste industry is primarily gathered through secondary data from online searching. Furthermore, there are limitations with scarcity of field research and the interpretation of information obtained.

The following chapters structure:

**Chapter 2:** Provides background information about the Norwegian waste industry and its value chain. In addition, robotics technology in Norway and information on Norwegian robotic suppliers.

**Chapter 3:** Presents relevant literature and theories about innovation, different types of innovation and knowledge spillover. In addition, Innovation strategy, with theoretical analysis of value chain. Lastly, barriers and motivational factors in the Norwegian waste industry, with specific interest in the waste industry and the barriers they experience together with motivational factors for increased robotics.

**Chapter 4:** Presents qualitative method used for this thesis and provides assistance in order to collect necessary data.

**Chapter 5:** Explains the results from the collected data and analyze the current standpoint and prospective future of the Norwegian waste industry. In addition, investigating dissimilarities and discuss findings. We present an overview about RobotNorge's robots and discuss if they fit into what the waste industry find important.

**Chapter 6:** We conclude our thesis based on our findings and provide future research recommendations.

## **Chapter 2: Background**

A short introduction of both the waste industry and the robotics industry in Norway, further introducing Norwegian suppliers of robotics. We present statistics and general information in order to provide the necessary information throughout the thesis.

### **2.1 The Norwegian waste industry**

All information on the waste industry is collected through secondary data sources such as Avfall Norges website. The waste industry in Norway ensures collection, treatment and recycling of around 11-12 million tons of waste yearly. The industry employs about eight thousand people and have a turnover for more than NOK 22 billion annually.

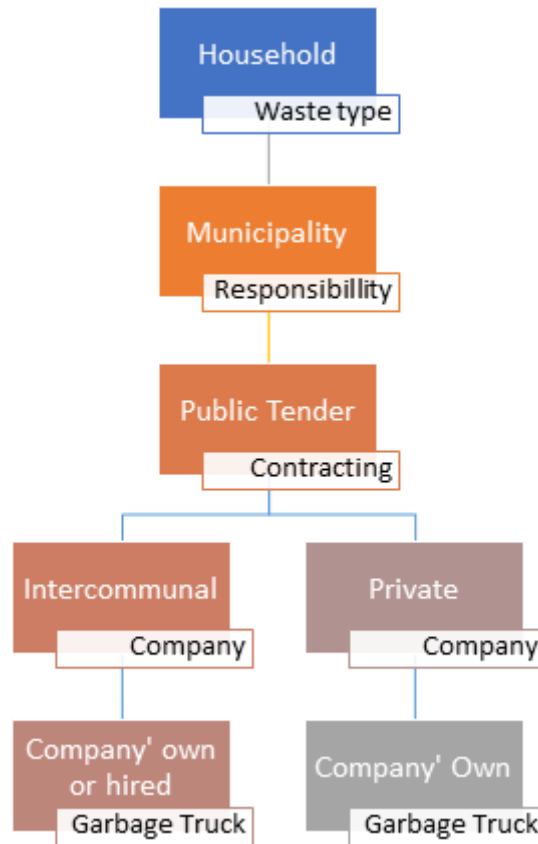
The municipalities have a statutory responsibility to collect and treat waste from the households in each municipality. In several municipalities there are intercommunal companies which owns their own facilities who handles the collected waste. However, in general most of the companies in Norway are private and have the responsibility for firm and construction waste.

The last 30 years waste has gone from being a “purely pollutant” theme to a source of heat, important raw materials and environmentally friendly energy. It has gone from discussing recycling and utilization of waste, to waste prevention, circulation and future raw materials. The waste system today has been developed through a number of public investigations, policy requirements and parliamentary reports. Waste is today referred to as part of the solution to future climate challenges.

#### **2.1.1 Value chain**

The figures in this chapter is based on information from the companies and other informants within the waste industry. These value chains show the different paths the household-, construction- and firm waste have from consumers to companies. We have not taken into account for dangerous waste such as paint, glue, varnish, oil products, bases, acids and much more. The companies are only allowed to take in a fraction of what exists. As mentioned in the previous paragraph the municipalities are responsible for all the

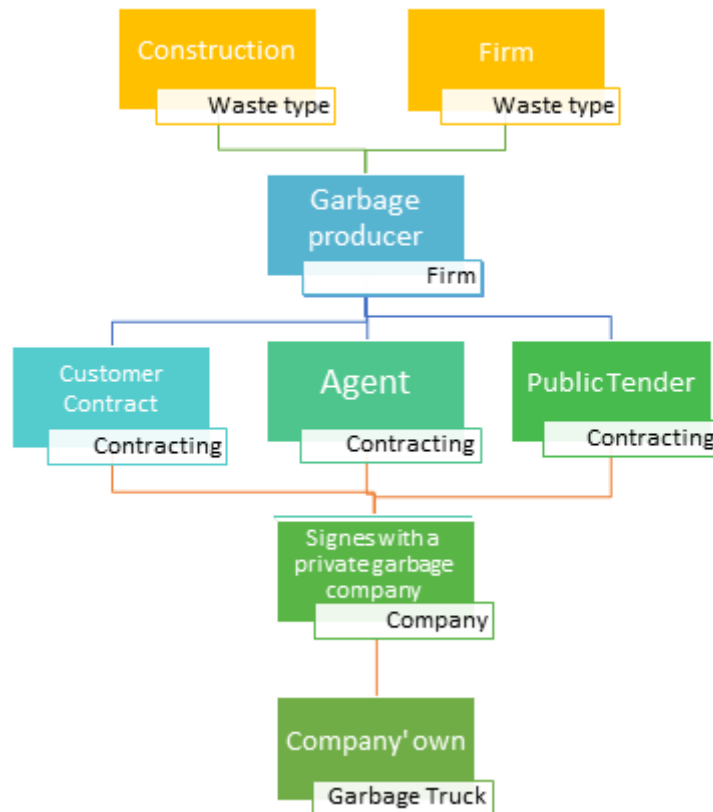
household within their municipality. The value chain for the household waste is shown in the figure below, the municipality that doesn't have their own intercommunal company usually outsource through public tender online in order to hire a waste company to collect the household waste. The company which have the best offer gets the job.



(Figure 1: Household waste value chain model, own illustration)

When it's outsourced through public tender the job can either go to intercommunal- or private company and the winning company either uses their own garbage trucks or hires if needed. However, if a private company collects waste in a municipality through public tender, they are required to deliver the collected waste to the entitled intercommunal company' facility. The construction- and firm waste on the other hand have a slightly different path, the waste from construction and firm can differ from household. The difference is based on what type of garbage is collected such as materials for constructions and for firms there is a lot of office supplies and props, however there may be some smaller amounts of household waste here as well. The party responsible are the firms which produces the waste and they usually have a preferred waste company, however there are many agents from the waste industry traveling to meet and connect with new customers. Furthermore, there are only private

companies in this section and they have their own garbage trucks, moreover the private waste companies hire special equipment for special needs, such as cranes or other machines.



(Figure 2: Construction and firm waste value chain model, own illustration)

The companies which collect household waste have a monthly schedule which the municipality creates, every street has a specific day within the week. The private companies collecting other types of waste are much more flexible on when they collect, some firms wish to have the garbage collected daily or call when needed. Moreover, some of the companies have contracts with their competitors where they can deliver waste to a sorting station if it's profitable. For example, company A has a full garbage truck and a shorter distance to unload at company B (competitor) and then to fill up the truck again on the way to company A's sorting station. This to avoid unnecessary time consumption.

When the waste company collects garbage, it's called "upstream" and sorting and recycling activities are called "downstream" (how to get rid of the garbage). The downstream consists of sorting, selling, incinerating, paying to get rid of (buying), landfill (non-recyclable waste)

and recycling (metal, plastic, cardboard etc.). One informant mentioned a theory where if robots can relieve the downstream, the companies can focus on creating a solution for how to regain the landfill (non-recyclable waste) such as butchers, ropes, straps, blow sand, some types of plaster etc. We have created an overview over how the different waste type are handled which is shown in appendix 1.

### **2.1.2 The industry statistics**

Statistics Norway (SSB) keeps control of the waste volume statistics, utilization rates and the different methods of waste treatment. According to SSB a study from 2015 shows a decrease in material recycling of household waste since 2008. Moreover, in 2014, approximately 82 % of household waste was removed in Norway. The largest sorted material is paper, cardboard and beverage cartons, according to SSB about 16,000 tons per year. Household waste on the other hand were 37 % used for material recycling, composting or biogas production. The Norwegian population has become better at sorting out food from the residual waste. However, they have thrown 182,000 tons of food a year.

According to the website proff.no the industry consists of 1632 companies. However, after limiting to companies with 20 employees or more and only counting all companies once, excluding each department, we result in 156 companies in the Norwegian waste industry. There are about 60 recycling stations in Norway which offers environmentally friendly alternatives to peat-based garden soil from compost. However, there is still a lot of potential in this industry based on the technology and knowledge gathered from years of experience, to minimize waste, producing more efficiently and increasing recycling is the key to the circular economy.

Employees in the waste industry carries out an important public service that affects energy production, transport challenges, resource use, public health and environment. Yet, some employees have work environment hazards related to their tasks, such as risk of trapping, falling and millstone, therefore it requires a lot of training to ensure safety. Furthermore, they have to work with unpleasant smells, humdrum and there is little socialization between the employees since they are spread on different sections on the facility site.

## 2.2 Robot and robotics in Norway

According to the publication from 2015 by IrisGroup “Digitization and automation in the Nordic manufacturing sector” the Norway’s business and innovation policy has until now had a limited focus on automation and industrial digitalization. For example, The Norwegian government supports digitalization and automation in manufacturing through broader cluster initiatives under the program funded by the government called Norwegian Innovation Clusters. Norwegian Centers of Expertise (NCE) Raufoss is one of the industrial clusters with its objective to develop cutting edge research within niche areas of manufacturing, gathering companies specializing in production of lightweight materials by means of automated production. Working together on new automation technology that can be used in their production.

According to source International Federation of Robotics (2015) Sweden has the highest share of industry robots among the Nordic countries and ranks as number three on a global scale. Traditionally, Sweden is the frontrunner among the Nordic countries and in Europe, when it comes to automation. Many of the large Swedish companies compete in highly globalized markets and a large proportion of manufacturing outputs are goods, manufactured in large batches. Shown in Figure 3 the highest ranked Nordic countries are Sweden 5th place, Denmark 6th place and Finland place 15. The reason for the high degree of robotics can be explained, Sweden were early with automation robots with Volvo in the car industry and have later on expand to other manufacturing industries. Denmark on the other hand have successfully developed a company cluster in Odense named Odense Robotics. This have resulted in a high focus on developing and maturing the robotics technology, which have ensured Denmark a high ranking in industrial robotics. In a Nordic context, Finnish policies are characterized by disruptive research with focus on collaboration supported by strong cluster eco-systems.

On the other hand, Norway has a low density of industry robots compared to other countries. One explanation is related to the composition of industries in Norway, as both of the manufacturing are related to the exploitation of oil and gas and fishing industries which play an important role in Norway. However, according to Teknologirådet’s report from 2013, these industries are considered to be rather small on a global scale and when global



manufacturers of automation technologies develop a new standardized technology, those industries are not in focus. If Norway were to apply the standard automation technologies available at the global market, it may be more time-consuming and expensive. Another explanation is related to the high labor cost in Norway, which may cause management to doubt their chances in a globalized market. The incentives may hamper for long-term investments in new production technologies, but on other hand the high labor cost is a very strong incentive to invest in automation technology.

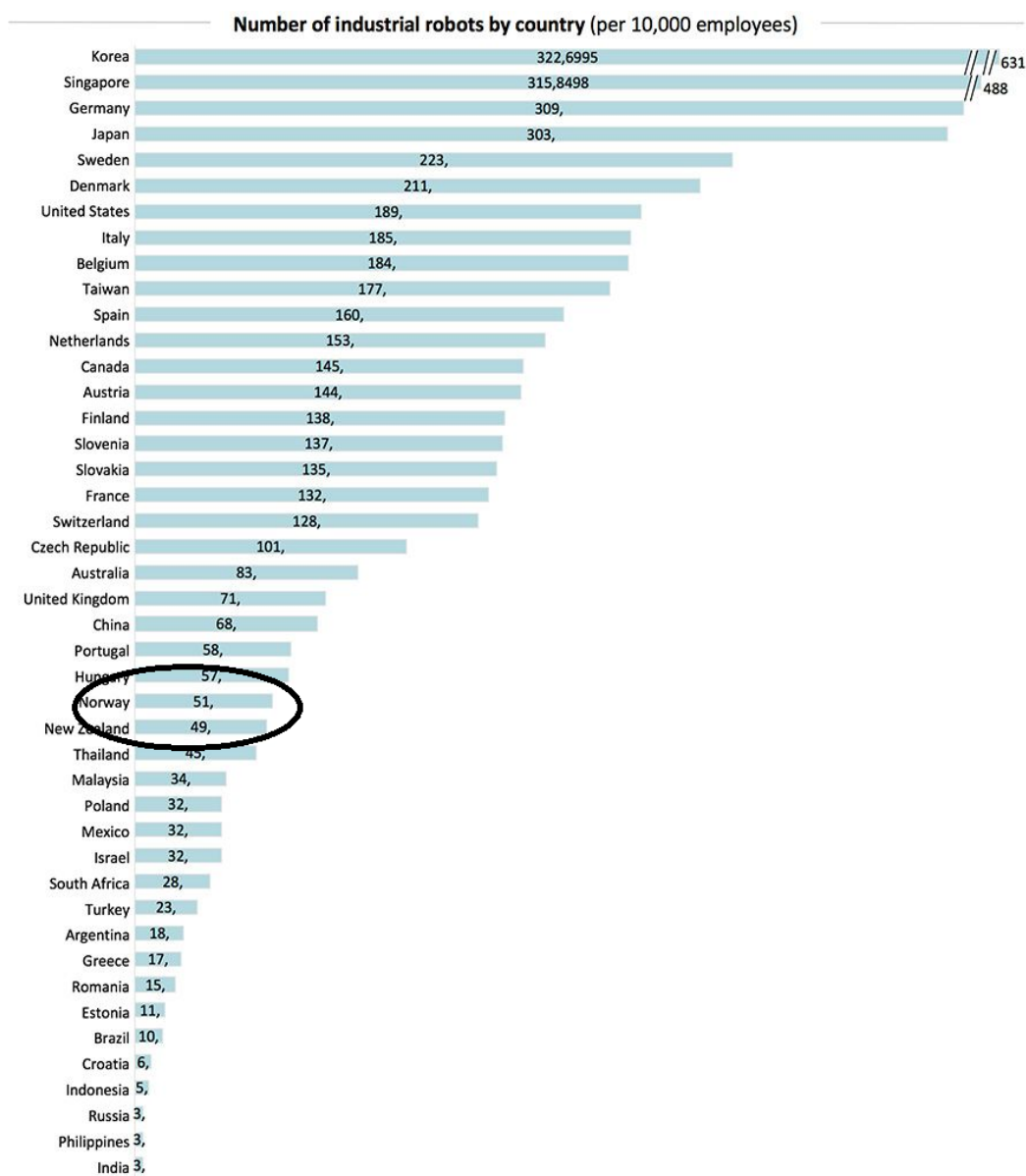


Figure 3: Number of industrial robots by country (per 10,000 employees)

(Source: Consultancy.org analysis, International Federation of Robotics, Bloomberg, 2018).

Another type of technology used in the Norwegian market is TOMflaskeReturAutomat (TOMRA) which we define as Robot without AI, are machines using Near-Infrared (NIR)-technology. TOMRA is a Norwegian company which is the global leader in sensor-based sorting technology with its aim to reduce landfill waste using newest innovation technology. The picture below (figure 4), illustrate how TOMRA machine recognize different materials with use of infrared sensors. The machine recognizes and separate materials based on their color characteristics and mineral fingerprint checked against the NIR wavelength spectrum. This type of sensors creates the opportunity to sort more specifically such as X-ray to separate metals from precious metals.

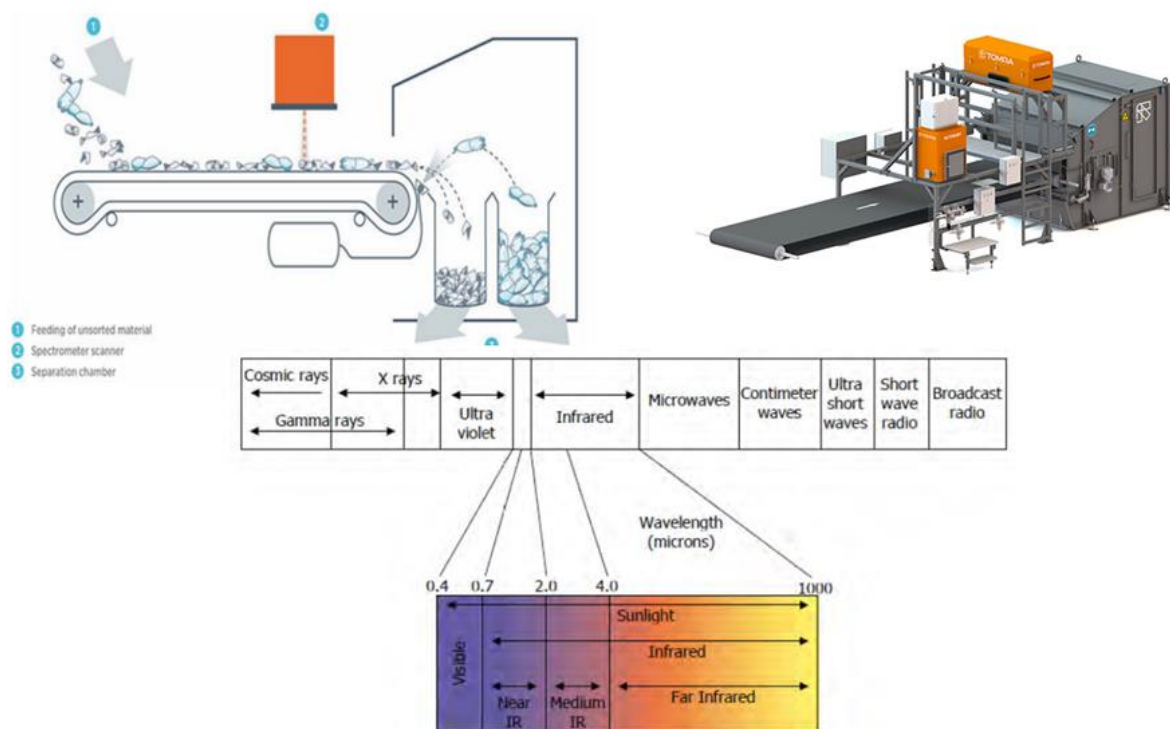


Figure 4: TOMRA's sensor function overview (picture use granted permission from Kjell Fredriksen; owner)

## 2.3 Norwegian Supplier

The Norwegian robotics supplier, RobotNorge AS delivers complete solutions of robotics in Norway and have a monopoly on the robotics market. However, RobotNorge are fresh in the waste industry market which has a leading competitor from Finland named ZenRobotics Ltd founded in 2007. Furthermore, ZenRobotics are leading robotics recycling systems company in Europe and they early saw the robotics potential within the waste industry.

RobotNorge AS was established in 2003 and is the leading robotics company- and sole agent for ABB's total robot program in Norway. Moreover, ABB is the global leading supplier of the robot industry and delivers robot software, equipment and complete application solutions. Trallfa Robot was established in 1963 by Jæren Automasjonsseskap and Ole Molaug agreed to develop an industrial robot with their desire to produce a painting robot for cars. However, Trallfa Robot were sold to ABB in 1985.

Furthermore, RobotNorge have 30 years of experience within sale, engineering, installation and service of automation solutions for Norwegian industries, with robot as a natural centerpiece.

The founders of RobotNorge AS were working in ABB's robotics department when they decided to start out on their own. Today RobotNorge is owned by Trolltunga Robotics AS which also is the mother company for RobotNorge's Swedish sister company RobNor AB. Today the company employ 30 employees which has more than 400 years of combined experience in applied robotics. Their vision is to create and contribute to an actively profitable manufacturing industry in Norway.

Below we have shown one of RobotNorge's solutions for milk cartons moving procedure. This robot shows how many different tasks and range of applications RobotNorge intends to develop for the different industries.



Figure 5: Robot variant IRB 260-30/1.5 (source: own illustration)

RobotNorge have created a robot they mean is useful for the waste industry which is called FlexPicker. This robot where originally created to pick and pack products for shipment. RobotNorge have converted FlexPicker to recognize the different types of waste materials with picture recognition, however it's in its starting process and are not fully developed yet.

RobotNorge AS are considering to create a sister company that will focus only on distribute robots to the waste industry and meet their needs. However, they have not yet decided on the name for this company and for the moment they have one robot which is capable to sort the garbage on the assembly line. This makes a large innovation space within this industry for them.

## Chapter 3: Theory

The chosen theories are based on our research question and will provide understanding about the importance of robotics implementation to the waste industry. The theories are based on relevant literature, assumed theory needed, however, additions have been added on account of our findings.

### 3.1 Innovation

Innovation is not a new phenomenon and argued by Fagerberg (2003) it has existed for decades. Despite its importance, innovation has not always got the scholarly attention it deserves. However, this has changed rapidly and it seems to be inherited in humans thinking. It's about the tendency to think about new and better ways of doing things and carry them out in practice. Without innovation the world would not look like it is today, as it is a fundament in the business world allowing competitiveness between firms.

To further describe what innovation is, one would first look at distinction between innovation and invention. "*Invention is the first occurrence of an idea for a new product or process, while innovation is the first attempt to carry it out into practice*" (Fagerberg, 2003). To explain in other words innovation is about the process of translating an idea or invention into a service or good creating a value for customers.

Robotics technology and the increased use of AI are a great progress for innovations with significant growth expectations for the future. There are not many studies about development of robotics as an innovation today (Keisner et. al., 2015).

According to Schumpeter, innovation may be distinguished between five different types such as new products, new methods of production, new sources of supply, exploitation of new markets and new ways to organize business. However, the main focus began particularly on the first two types which later on were classified as "product innovation" and "process innovation". The argument to distinguish product and process innovation rests on differences between the economic and social impact. For instance, it is assumed that introduction of a new product has a positive effect on growth of income and employment while process

innovation has more of a cost-cutting nature and is therefore more ambiguous (Edquist et al. 2001).

### **3.1.1 Process and Product Innovation**

The Organization of Economic CO-Operation and Development, hereafter called OECD (2005) defines *process innovation* as; “*New or significantly improved production or delivery method. This includes significant changes in production techniques, equipment and software.*”

In order to understand innovation processes, Pavit (2013) suggest following general framework:

(1) Innovation process have the opportunity to involve exploration and exploitation for new or improved products, processes or services. Based on an advance technical practice "know-how" or a change in market demand or a combination of both. Mowery and Rosenberg (1979) discuss and criticize the exclusive preoccupation with only one set of these forces in their paper and underline the importance of both demand and supply side.

(2) Innovation is highly uncertain making it impossible to predict the accurate cost and performance of new artifacts and the user's reactions to it. Therefore, the learning through experimentation or improved understanding with theory is inevitable. Further, some of this learning is firm-specific such us experimentation through competition among alternative products, systems, processes, and services and the technical and organizational processes that deliver them.

The process innovation is complex, involving many variables with imperfect understanding resulting in firms not being able to give an accurate performance of major innovations or potential users. On average, it tends to be an over optimism approach from research scientists and engineers in form of costs, benefits, and time periods of their proposed projects. Also, about the market demand (Freeman 1982; Mansfield 1995). Especially radical innovations tend to be difficult for businesses to define the full array of possible users that may emerge for their innovations.

OECD (2005) defines *product innovation* as an; “*Introduction of new or significantly improved product or service to the market and consumers.*” Either the product innovation can be brand new products which have never been introduced in the market or newly added features, functions, components, new materials, and packaging.

In order to remain sustainable and competitive of the firm, it is crucial to innovate. It may cause a boost in product’s profit, when attracting more users and having more efficient machines helping to produce more product in less time. For instance, designing machines that are more efficient may save human labor and materials during production. (Wang et.al 2019)

The economic literature demonstrates that innovation is a major driver for strengthening a firm’s competitive ability but however, the influence of knowledge accumulation on the investment of product and process innovations are few. Gopalakrishnan et. al (1999) found some strategic implications in the knowledge-based dimensions when reexamining the characteristics of product and process innovations. A common assumption in the economic literature is that a firm’s cost in production is related to the process innovation. (Li and Ni, 2016). However, when increasing product quality, the productions cost goes up as well (Wang et.al 2019).

Robot technology is mostly found during the process innovation usually connected to an assembly line, this is because the robots are placed at one spot working with autonomous tasks with great precision. Moreover, the robot can in some cases increase the product innovation quality. For example, the end result of sorted waste for recycling.

### **3.1.2 Incremental and disruptive/radical innovation**

Incremental innovation is a series of small upgrades or improvements of an already existing product, process or service over time, “do what we do but better” (Tidd and Bessant, 2014). The company usually focuses on improvements which will make their product more productive, effective and differentiate (Fagerberg et al., 2005). Incremental innovation is one of the most common methods for companies today for the consumer technology industry,

often to improve market position. Furthermore, because it's a more stable method, often cheaper, providing continual return and it has a low risk attached. An example is cell phones, both Samsung, Apple and other producers keep releasing a new version of their old design almost every year. For each new launched phone both design and functions are only slightly changed from the previous version.

Radical innovation also known as disruptive innovation however, is the opposite to incremental. Now the company have created something completely new, “do something different” (Tidd and Bessant, 2014), which is not easy today. To achieve disruptive innovation the new product, process or service must have a significant improvement and be designed and able to replace the already existing method or product completely (Fagerberg et al., 2005). Moreover, radical innovation often carries higher risks, lower chance of success and requires a lot of time and resources. Furthermore, almost every time it is a lot more expensive than foreseen. However, it can't guarantee a profitable result, it usually has a higher reward if it's successful. An example of radical innovation could be telephones. First radical innovation was from stationary telephone to cell phones, however shortly after the cell phones were replaced by smartphones. Both radical innovations were able to replace the existing product entirely.

After we have had a look at both methods, we can see why incremental are more common than radical innovation, but most companies usually try to combine these methods. For example, when the robotics technology was introduced it started as a disruptive innovation, but after seeing the products affect, the customer's request continuous improvements for future development, incremental innovation.

### **3.1.3 Knowledge spillover and Innovation clusters**

The concept of the knowledge economy has gained importance in the recent years and is a topic of interest, with its tendency to create an innovative activity, where one firm exploit new knowledge and ideas while another firm adopt and apply with its ability to recombine knowledge. Additionally, Storper and Venables (2004) addresses knowledge spillover as a result of spatial proximity, indicating an improvement in the information flow. Thus, innovators depend on this flow of information. Knowledge spillovers with its natural



tendency and promoted by clustering, encourages competitive advantage through shared resources and interaction between co-located firms (Crespine-Mazet et al., 2013). Explained by Porter (2002) a Cluster is defined as a; “*geographic concentrations of interconnected companies and institutions in a particular field*”. A great example of a functional cluster is Silicon Valley in California where thousands of companies are located, such as Facebook, Apple and Google. This cluster creates the possibility for knowledge spillovers among the companies, however many places around the world are trying to copy Silicon Valley without no success so far. For the robot industry, innovation clusters are essential to ensure continuous advancements of technology.

### **3.2 Innovation strategy**

The central aspect of an effective innovation strategy lies in a clear sense of direction for where and how innovation is going to help us move forward. Additionally, when the innovation strategy is applied it can give a roadmap for change but one has to deal with an uncertain future. Tidd and Bessant suggest three key steps; Strategic analysis, Strategic selection and strategic implementation (Tidd and Bessant, 2014). For example, the waste industry’ strategy is to reach higher sorting clarity in order to achieve more material recycling and higher sales price, which robotics could help with.

In order to begin with the *strategic analysis*, one would have to explore the innovation space and build sense of the overall environment, the threats and opportunities and the possible changes in the future. It is also important to reflect on what resources the organization can build on in order to create a sustainable competitive advantage in the future. However, it's important to be aware of the limitations such as the constantly changing environment and the unpredictable future.

According to Tidd and Bessant (2014) innovation dimensions can be divided into four dimensions:

Product	Changes in the things which an organization offers.
Process	Changes in the ways in which these offerings are created and delivered
Position	Changes in the context into which the products/services are introduced
Paradigm	Changes in the underlying mental models which frame what the organization does

Figure 6: Innovation dimensions (Source: Francis, D. and Bessant, J. 2006)

The second step is **strategic selection**, choosing the things we could do when only having scarce resources, balancing with risk and rewards across a portfolio of projects. First, we need to consider that we don't have a completely free choice and recognize what we accumulate in the way of knowledge and other resources called 'path dependency'. The resource-based view (RBV) of strategy proposes to look at firm's tangible resources such as location, material, building, inventory or less tangible such as employee skills, patents, licenses and others. Further, this strategy is driven by a firm's valuable, rare, inimitable and non-substitutable resources. RBV assumes that resources are heterogeneous across organization and can sustain competitiveness over time.

The last step is **strategic implementation**, looking at what we have explored and decided to do in order to plan for implementation. The question to ask is how are we going to do it, one of the tools to use is a simple project plan, in order to make our innovation to come alive it's important to highlight the resources needed and potential trouble spots which may occur. Another aspect to have in mind when creating a successful market strategy is to think through the underlying strategic concept of a business model overviewing value proposition, the target market, the supply side and the cost and revenue aspects. According to Verweire (2018) there are five core causes when an unsuccessful strategy implementation occur; too much focus on finance, too much focus on functional strategy instead of a business strategy, managers focuses only on one particular part of the strategy instead of a whole, managers creates a strong strategy but lacks in action-taking and lastly, leadership capabilities.

### 3.2.1 Value Chain analysis

The value chain analysis provides knowledge about the beneficial location for implementation of robotics to the waste industry, this in order to identify where in the value chain robotics could be most useful.

Porter explains the value chain in his book called *Competitive Advantage* written in 1985, introducing a tool for analyzing organizations and stressing the importance of the interaction between the discrete activities a firm perform. Through a clear and straightforward value chain which creates a significant understanding of how organizations ought to work to create competitive advantage. However, Porter’s book has not been updated since its publishing date, and some areas need to be revised such as the radical changes in business thinking that have significant implications for any value chain model (Presutti and Mawhinney, 2013).

Porter’s value chain illustrated in figure below, distinguishes between support activities such as firm’s infrastructure, human resource management, technology development, procurement and primary activities such as inbound logistics, operations, outbound logistics, marketing, sales and customer service. It is important to recognize the concept of “flow”, underlining its importance of integrating the supply chain activities and the flow of materials, products, services, information and cash among the firm’s participants and suppliers. The importance lay in flow extends from a firm’s suppliers to its customers.

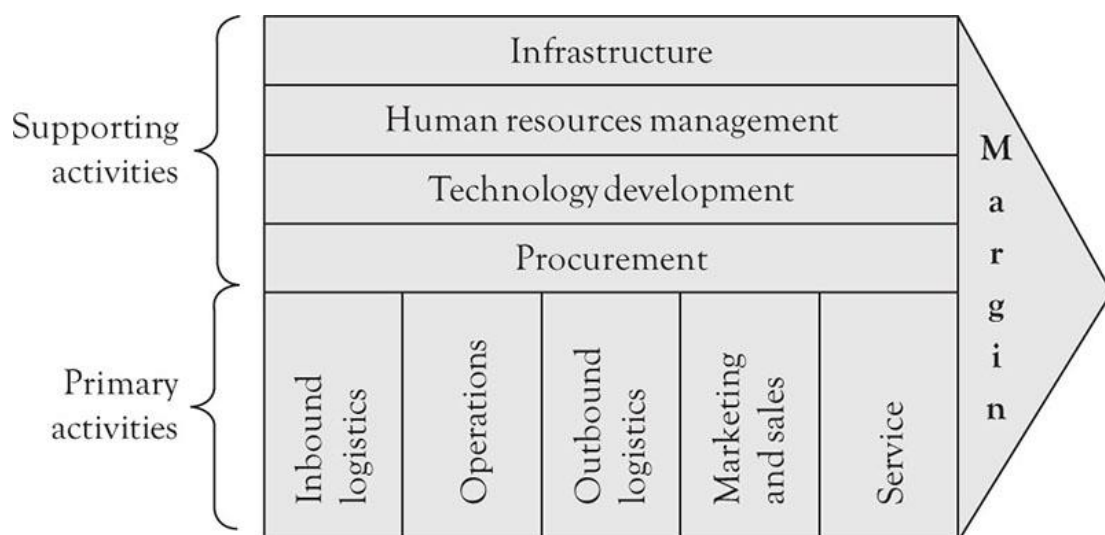


Figure 7: Michael Porter’s Value chain (source: oreilly.com)

An article by Koc and Bozdog (2016) argues there is a possible impact of a particular technology in a firm's value chain, causing the firm to reorganize if the degree of novelty of innovation is high. Further, Salomo et. al. (2007) means a higher degree of novelty increase the chance of creating a new market, reshaping the value chain and demands new facilities and production methods. Moreover, Stinger (2000) have a parallel approach assuming radical innovation demands a powerful shift in distribution mechanisms, production capability or customer relationship. Additionally, more resources both human and financial as well as research knowledge in order to measure the degree of novelty of innovation.

Lately, there has been concerns on how a firm meets its responsibilities to the society and the focus is now on the natural environment and global business practices. Which means that success of a company not only depends on profitability but also on social obligations as well as how the company meets its environmental obligations. In order to integrate social responsibility in the value chain, the leadership and culture has to be recognized and become an important element of goals and strategies. Finally, product development is important to look at and see if a product is recyclable or in other areas such as the operations component, the issue should be if a product can be manufactured to minimize environmental impact (Presutti and Mawhinney, 2013).

### **3.2.2 Barriers and motivation factors**

All industries have barriers and the waste industry are no exception, moreover the barrier can often be a motivational factor for improvement for the companies.

*Cost reduction* is in no doubt the fastest and easiest way to increase profitability of a company, however this method often causes distrust between the company and employees. Yet, if the company creates a cost-control system they can ensure the company to increase savings and stay cost competitive in the long run. There are no company which can totally avoid the impact of increasing costs and most managers have learned to adjust to the inflation. Although the managers usually don't have the full overview and see how increasing capital requirements affect their ability to compete in the long run (Thompson, 1984).

***Replace outdated production equipment*** is another barrier, yet not always necessary. There should be three considerations in order for a company to replace outdated equipment. The first consideration is if the equipment is depleted of function, the second consideration is if the equipment becomes obsolete and the third and also the most frequent, is deterioration due to aging (Gage, 2013). Furthermore, the companies often have to counterbalance if implementing a new equipment are rewarding enough before the return on the existing equipment have expired.

***Contribute to a more environmentally friendly production***, simply a desire to save the environment and a better future. When a firm chooses to go ECO- or environmentally friendly manufacturing, they protect the plants and decrease exploitation, moreover conserves natural resources (Layne, 2019). Waste can be diminished through recycling, reuse and remanufacturing, while products are made by tenable materials. Additionally, choosing to be Eco-friendly give the opportunity to reduce business' costs with energy reduction, an example would be to install solar panels on the building's roof in order to save power costs.

***Increase production capacity*** are most likely the biggest general motivational factor for companies. If we disregard from having a top-quality equipment, then having motivated employees can bring success to the business. A study by Ariely et. al. (2008) shows an increasing evidence for how employees are more motivated if their work is acknowledged and have a meaning. With motivated employees there are a higher chance of increased productivity, moreover it encourages and promotes a higher enthusiasm to cooperate both in teams and independently.

Another barrier could be ***human error (reduction)***. The machines today can in most cases replace human manpower entirely, the reason for this is because a machine doesn't require food, sleep or social needs. Moreover, machines can work more or less round-the-clock while humans have laws against maximum working hours. Additionally, humans are vulnerable to illnesses compared to a machine who technically can't get sick but needs routinely maintenance.

***Requirements and regulations*** are obligations for the Norwegian companies to follow according to the government. There are rules and regulations for all industries, some more specific than others. All requirements and regulations can be gathered either on the website Lovdata.no or on government pages.

Other barriers or motivational factors for companies to improve their innovation strategy could be such as; the "raw materials" they obtain requires it, demands from the customers etc.

## Chapter 4: Method

The intention for this section is to describe the research design and find the most suitable approach in order to answer what the Norwegian waste industry find important in order to increase the degree of robotics.

Qualitative methods go into depth while Quantitative methods is searching in width (Aase and Fossåskaret, 2014). The most common explanation for qualitative method is; procedures for the scientists use to collect the qualitative methods. Qualitative data is referred to pictures, texts and sound from observations and interviews, quantitative data however constitutes of numerical materials. In the interpretation phase of a study, it is assumed that in the qualitative research one analyzes the texts in which the empirical data is inserted, while in the analysis within quantitative methods, one refers to counting and spreading of categorized phenomena. Its basic to know that it's possible to use both quantitative- and qualitative methods within the same phenomena.

### 4.1. Qualitative method

For our research question we have chosen a qualitative method in order to get a broader and deeper understanding of the waste industry. Qualitative research gives the opportunity to collect new and firsthand information. There is a scarcity of available information on the waste industry needs which qualitative interview method will resolve.

#### 4.1.1 Different qualitative methods

For our thesis we have decided to proceed with the interview method in order to uncover opinions and different perspectives towards implementing robotics to the waste industry.

There are three different qualitative methods;

*Observations* studies are traditionally characterized as social anthropology. In this tradition many years of field studies in foreign cultures have been the ideal for good research.

Observation method is often referred to as ethnography (Tjora, 2010). According to

Hammersley and Atkinson this method is based on researches participate, either open or hidden, they take part in people's daily life over a certain time period, observe what happens, listens to what's being said, asking questions, all in all, collects all the data which is available for them in order to shed light on the theme which is in focus.

These studies are typically defined by naturalism, which is an idea that the social world should be studied in its natural situation, as opposed to, for example, experimental setup.

**Interview** method aims to collect data through words and its purpose is to understand the aspects of the interview's conversation from their perspective. The structure of the research method can be compared to the daily life conversation but using a professional interviewee method a certain interview technique needs to be applied (Kvale and Brinkmann, 2017). Yet, if the interview method is not used carefully possible misunderstandings and asymmetric power ratio could occur between the researcher and the interviewee. There are several types of interviews such as depth interviews, semi-structured interviews and group interview.

**Document studies** is a method where we mainly use documents which originally are produced for purposes other than research (Tjora, 2010). The two previous methods, observation and interviews, we have had a lot of interactions with the participants but, when we are researching, we are obligated to reduce the strain on the participants to the minimum. Document studies are traditionally perceived as so-called "unobtrusive methods" where we generate empirical data without the involvement of non-researching participants. By analyzing various already existing documents, we can obtain information about matters that are recorded at specific times of places, for different purposes. The different types of document studies are pure document studies, documents as additional data and the diary method.



### 4.1.2 Different interview methods

For our thesis we have created an interview guide to follow a semi-structured interview to be able to gain as much knowledge as possible from the companies we have chosen.

There are three different interview methods;

*Depth interviews* can be divided into three phases, warm-up questions, reflect questions and closing questions. The first phase is about asking simple, short and concrete questions about work task and responsibilities. Second phase is the fundamental stage, according to Spradley asking the so called “grand tour questions” (Tjora, 2010). In other words, the informant provides answers to the questions providing reflected and in-depth answers. The last phase leads to closing questions, leading the informant away from the reflection questions and over to information about the collected data and other information such as providing the informant with a feedback in the future and thanking for the participation.

*Semi-structured interviews* are planned interviews with its purpose to obtain descriptions of specific experiences of the interviewees but yet are flexible, allowing ideas to be brought up during the interview. This type of interviews can make a more use of the knowledge-producing potentials of a dialogue, to explain this the interviewee can follow up on whatever angles are important and there is a greater chance of assemble more knowledge rather than following a preset interview structure (Brinkmann, 2012)

*Group interview* is a form for interview where several informants discusses one or several topics and grants a flexible interview similar to everyday discussion. The positive aspect of this structure is the different opinions from several informants and can give a feeling of safety regarding a group effort (Brinkmann, 2012).

## 4.2. Primary and Secondary data

Throughout the thesis we have used both secondary and primary data. We have used secondary data in the background, theory and method chapters, and primary data for our analysis.

**Secondary:** The definition of secondary data is that the collected data are collected by other people for another purposes (Johannessen et. al., 2011). Our secondary data is based on academic literature, such as books, articles and websites, within the subject of innovation, robotics and waste industry documents.

**Primary data:** The definition of Primary data however, are “fresh” information in form of interviews and observations. Throughout our analysis we are collecting primary data from semi-structured interviews with six different waste companies from different regions of Norway.

## 4.3. Reliability and Validity of Data

Silverman discusses two central concepts regarding the credibility of scientific research called validity and reliability (Silverman, 2001). Validity is about the “truth” of the data, meaning whether the data represents the social phenomenon it is referring to (Johannesen et.al, 2011). Additionally, it is important to critically evaluate the research effort and whether the measurement has been successfully measured. On the other hand, reliability refers to degree to which you can rely on stable and consistent results. However, reliability can be more difficult to measure when using the qualitative data instead of quantitative. The reason is, when qualitative method is used the information has less structure and is being interpreted by the researchers. Therefore, it can be difficult to trace documentation of the data collected (Johannessen et al., 2004).

In order to enhance validity and reliability, we have gathered as many validity points as possible. During the interviews we audio recorded and took sufficient notes to confirm

statements. The participants were contacted based on their job positions in the firm with the intention to gather the knowledge that would support our thesis question.

Despite qualitative methods have proven to be effective there are some limitations to this collection method. According to Kvale and Brinkmann the known limitations are manipulation dialogue, one-way dialogue, instrumental dialogue and monopoly on interpreting (Kvale and Brinkmann, 2017).

***Manipulation dialogue:*** The interviewer is looking for specific answers without the interviewee knowing about it. The interviewer asks indirect questions in order to manipulate the interviewee to answer the way the interviewer wants.

***Monopoly on interpreting:*** The researcher usually has a monopoly on defining the statements from the interview and the privilege to interpret and report back what the interviewee really meant.

***Instrumental dialogue:*** The interviewer asks the questions and the interviewee answers with short answers. Which leads to little information from the interview. The goal is no longer to have a satisfactory dialog, but rather to have consistent research to report back to the case study.

#### **4.4 Conducting of the interviews**

We have conducted six interviews for our thesis using a prepared Interview-guide (Appendix 2), which is a form to structure the interviews and differ from surveys where questions have to be fully presented before collecting the answers (Brinkmann, 2012). We carefully select the companies based on their location in Norway, we choose two nationwide, two west, one east and one mid-Norway company. The companies' names are Norsk Gjenvinning AS (hereafter called NG), Ragn-Sells AS, Westco AS, IVAR IKS, Romerike avfallsforedling IKS (hereafter called ROAF) and Retura TRV.

After arranging meetings, we conducted the interviews through either skype, telephone or in person. In addition, we chose to have the interviews in Norwegian in order to make the interviewee more comfortable, to gain more complete answers and less misunderstandings. We assembled substantially amount of information and we record the interviews using a

microphone with special features for better voice quality. Furthermore, we transcribe all interviews word for word which is attached in Appendix 3. Transcribing, interview and assessment of information obtained is time consuming which is the reason why we chose six companies in total.

<b>The interviewed companies</b>	
IVAR IKS	Intercommunal company - Responsible for water, drainage and renovation for 320 000 residents through Rogaland county. Mainly household waste.
Ragn-Sells AS	Private company - Core responsibilities are transportation, sorting and processing of waste from business and private sector. Nationwide
ROAF IKS	Intercommunal company - They operate Europe's most modern household waste sorting facility. Responsible for about 200 000 residents in Akershus county. Mainly household waste.
Westco AS	Private company - Leading in Rogaland on collection and recovery of business waste.
Retura TRV	Private company - Rough residual waste sorting facility are Europe's only of its kind and are designed to promote further material recovery. Main focus is business and construction waste. Located in Heimdal near Trondheim.
NG AS	Private company - It's the country's largest supplier of waste and recycling. Building new facility 2018/2019. Nationwide.

Figure 8: overview over companies interviewed for the thesis (Source: own illustration)

## **Chapter 5: Analysis and Findings**

We have divided the different questions from our interview guide into eight parts in our analysis. All the parts have been marked with (Q2-17) in the headings in order to underline which question is related to which part. Further we have cited some of our informants, affiliated our information to our research question and created a chapter off dissimilarities on the larger differences. Additionally, we looked into RobotNorge's future possibilities within the waste industry.

Throughout the analyses the informants we have interviewed will only be referred to though the company name. In addition, we have interviewed people within operating positions in order to collect the necessary data. Further we have had a talk with a consultant within the waste industry for general information and he will hereafter be referred to as The Consultant.

### **5.1 Current Standpoint**

The Norwegian waste industry have matured greatly through the years, especially when the automation machines became available, additionally there is a bigger focus on the environment today.

#### **5.1.1 The degree of robotics today (Q2)**

Based on the information we have collected though our interviews, there is only one company that is about to start using robots with AI in their production process, NG. The reason for the upgrades were due to heavy fire in 2018, making it necessary to replace all of the equipment. Their vision is to build a new fully automated line that is considered to be the best on the market. Using four robots with arms with help of AI and machine learning to read and analyze each object.

However, ROAF, IVAR and NG also use NIR technology machines. According to TOMRA's website the sensor-based sorting technology is the new modern method for recycling facility in waste industry, which further is verified by ROAF and IVAR during the interviews. The machine's uses innovative sensors scan and identify different materials, which can take time, testing, errors and improvements before its more accurate than human hands. However, there are some weaknesses of this technology regarding recognition of items

such as black plastic, glass and rubber. The system recovers a wide range of materials from different waste streams such as household waste, paper, packaging and others.

Ragn-sells, Westco and Retura on the other hand does not use robots with or without AI, but Ragn-sells have considered to invest in robotics in the future. Furthermore, we have had a talk with The Consultant from the waste industry and he mentioned Retura build a facility with an overseas supplier which advised NIR-machines for plastic. However, there were no plastic, but the main waste quantity was wood, metal and stone. Furthermore, he proposed Retura could consider a robot to pick out metal and stones more efficiently. Additionally, The Consultant suggested Retura has the opportunity to implement a robot to their facilities today, yet, after reviewing ZenRobotics prices it was not beneficial for Retura.

The information in this section indicates there are already some usage of robots without AI especially within the intercommunal companies, however the private companies have neither robot implemented yet. The exception we see is NG which have been granted to develop an entirely new facility where they are going to implement both TOMRA and robots with AI for their paper press.

### **5.1.2 Value chain capabilities (Q3,5,7)**

The purpose of defining company capabilities in their value chain is to uncover the flow activities and learning about the infrastructure in order to see where there are potential for improvements. When bottlenecks and inefficiencies are uncovered it's easier to create a strategy on how to resolve these obstacles.

In the interviews we asked where in the value chain the robots would be useful based on today's technology, we presented them with three options; early in the value chain meaning 1) obtaining of materials 2) in the production processes or 3) in the end of the process meaning the packing of materials.

- 1) Obtaining process are considered from the users' dumpsters to garbage truck and to the waste company.
- 2) From the waste company receive the garbage and though the handling process.

- 3) From the sorted materials are packed, transfer to trucks for shipment to customers or further handling.

According to collected information all six companies both intercommunal and private have the same opinion that the robot would be most efficient to have within the production process. However, some of the informants have some great ideas for how to use robotics within part 1), moreover, most of them referred to how it would be valuable to have more automation around the forklift process within part 3).

If a robot were to be implemented in the production process the company would gain competitive advantages and will presumably achieve higher quality products for their buyers which will assumable lead to higher sales prices. In order to accomplish high quality products (recycled material) the company have to sort out the *positive*- and the *negative* fractions. Positive fractions are sorting out raw materials which can be renewed, the items you want to keep, which creates a higher end product quality. By sorting out the negative fractions means to remove the destructive garbage material which causes lower end product quality. An example of negative fraction could be such as High-density polyethylene (HDPE) which can be found in a specific type of plastic, for instance shampoo bottles, Zalobottles and silicone tubes. The reason for sorting out negative fractions such as HDPE would be to increase the quality on recycled the plastic beads. This type of sorting task would seem to be the optimal solution for implementing a robot with AI to the production process.

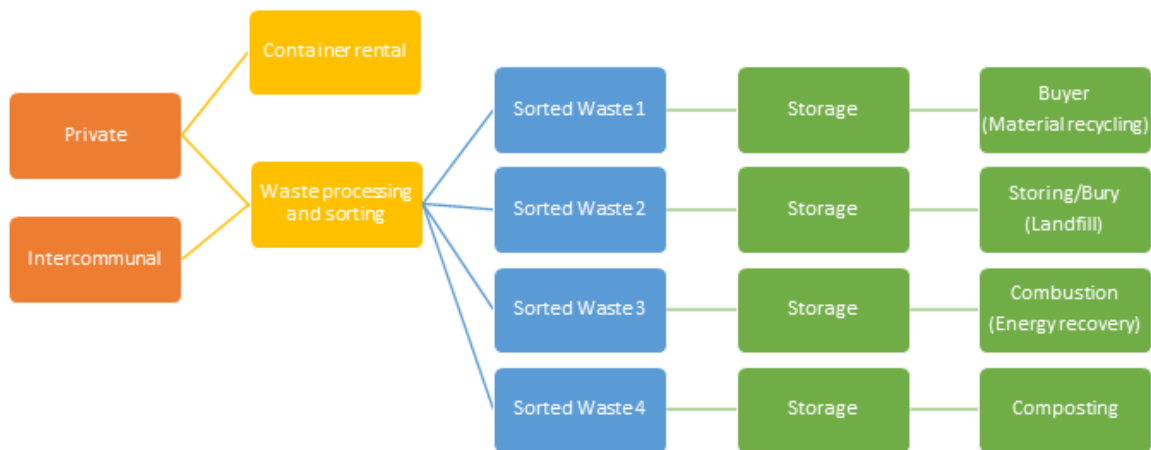
However, it's seems to be easier to implement the robot in the intercommunal companies such as IVAR and ROAF compared to the private, since the private sector have both a different production process and waste types. Still NG would be the exception with their new high technology manufacturing process.

Additionally, since the private companies work with heavier waste types than intercommunal companies, we have noticed that in addition to assembly line they mostly use bigger machines, lifts, excavator et cetera.

We have created a production process value chain model with help from our informants, the end result is illustrated in figure 9. During the interview we asked a question; “To what extent is it important to upgrade the production processes today?” (Appendix 2). All the informants

indicated the importance of continually developing the production process to keep up with constant changes within the industry, additionally to gain competitive advantages. Despite this they rarely upgrade because of the business finances, such as machine depreciation.

The figure below shows how the waste industry general production process is, with the proviso of some companies doing things a little differently. After gathering the waste, it loaded off in a pile and then on to an assembly line or into a millstone to make the big pieces smaller. How the company sort the waste from each other depends on the company. IVAR and ROAF uses a long assembly line which has the ability to go through up to 40 tons waste per hour by the help of the NIR-machines, where all the waste are sorted to different lines and to an end stations where its sorted to piles of plastic, paper, metal, glass, residual waste et cetera. From this point the residual waste is burned and the plastic and paper are pressed together in large cubes and stored until trucks pick up for shipment to the different buyers.



(Figure 9: Waste process value chain model, own illustration)

Some of the private companies on the other hand, such as Westco and NG rent out containers to their customers so the customers can sort right away. Moreover, they rent out more than one container and sort the waste in each container which means it's easier for the company because the waste already is sorted when arriving. However, the residual waste in the private companies' containers are sorted with different machines types than NIR's. Despite this the processes are more or less the same as the intercommunal companies.

Furthermore, this figure shows why the sorting part of production process needs to be upgraded regularly in order to increase production capacity and to obtain the end result as



close to 99 % clarity. With the aim to possibly achieve a higher grade of material recycling and potentially higher price.

Nevertheless, its inspiring how dedicated and motivated the employees within these companies are towards the opportunities regarding waste, the NG's vision gives a good overview of how most of them look at it "*Det finnes ikke noe mer søppel etter deg men kun råvare på avveie*", this according to our NG informant.

### **5.1.3 Barriers (Q4,16)**

The Norwegian waste industry have some barriers which we find interesting regarding implementation of robotics. We gathered information on what type of barriers the informants assumed would occur if a robot with AI were to be implemented with regard to such as customer demands and regulations.

Based on the collected data from the interviews we identify several barriers to account for. Retura and Westco expresses how the progress of the robot technology is too slow and the technology today isn't good enough, while IVAR think that robot is not fast enough to replace NIR-machine because of the turnover capacity. However, to install a robot as an addition to the production process is more realistic in order to increase the clarity of the sorted waste. Furthermore, IVAR reflects on the robot's accuracy when it picks out the desired waste from the assembly line it can easily bring more than the desired waste because of the gripping mechanism. Moreover, the gripping mechanism and sensors have to be further improved in case the waste "rolls" on the assembly line. An example he gave us was; if there were stockings on the assembly line it could be hanging between the assembly line and sorted pile, additionally there can become a mess around the robot's working station.

ROAF however see a barrier with the robot's software capacity and sensor functions in regards to not recognizing the waste through the sensor. Along with picture logging of all the different types of packaging from food producers which would demand a severe software capacity.

Additionally, The Consultant mentions how a robot can work round-the-clock but the capacity per hour are not good enough, however the robot can work through weekends in

order to coping with a larger amount. Therefore, the robot's capacity must be developed further to increase the waste amount per hour.

As mentioned by Ragn-sells and NG their biggest barrier for implementing a robot is mostly based on costs. Yet, NG also focuses on the barriers of having the right knowledge, competence, operation and further development.

When it comes to *customer demands*, Ragn-Sells expresses there are no demands from the customers and the public on material recycling, however it's desirable. IVAR too cites that he cannot see any demands from the customers, yet Westco feels in contrast there are demands from the customers to higher recycling.

Norway have *requirements and regulations* on how to treat the collected waste. Moreover, most countries have a form of pollution act, in Norway it was developed 13 March 1981 and are regularly updated. Cited from the Norwegian government's website "*The purpose of this Act is to protect the outdoor environment against pollution and to reduce existing pollution, to reduce the quantity of waste and to promote better waste management*". Furthermore, the pollution act is the most current law for the waste industry and can be read on the website Lovdata.no (Article §§ 27-37). According to Retura "*There are many laws and regulations we must relate to in regards of environmental policy, but I do not see it as a barrier*", nevertheless we got the impression the laws and regulations worked more as guidelines than requirements since the companies strive to be far above the minimum requirement. Still IVAR refers to a new regulation the government soon will introduce, where all waste companies are enforced to have waste recycle clarity at 70 % or more within plastic and food waste.

According to The Consultant it will be difficult to reach 70 % because his estimation about 50 % of the population in Norway does not sort waste. This leads to about 17 % food waste in the residual waste, which means contamination of the materials such as wet paper, leading to damaged recycled materials.

#### **5.1.4 Innovation focus (Q6,8,10)**

This industry is generally not considered to be innovative, meaning they don't create their own type of innovations. However, they apply technology and innovative solutions created by others into the industry. In order to understand how the companies, implement new and innovative solutions we asked the informants to tell us about their cooperation with for instance; other competitors, suppliers, cooperation with universities, other businesses et cetera. Moreover, how they obtain their knowledge sources for instance by focus on experienced staff et cetera.

One of the many things we have learned is the frequent use of consultants the waste company uses, when they consider to obtain new and innovative solutions. Several informants told us they trust the knowledge of consultants without question, expecting them to investigate both profitability and to scan for opportunities in the market, assuming they have control over the prices and costs.

A couple of our interviews were held in person, we visited both IVAR and Westco and got to see both of their facilities. Although they are both located in the same cluster, they do not seem to cooperate with each other. On the other hand, Westco tells us they do cooperate with a company named Geminor located at Avalsnes, being a leading company in Northern Europe for trading in combustible waste. Furthermore, Westco obtain knowledge and inspiration by observing projects in other private companies, international fairs and through visits within competitors both in Norway and England. But they do not cooperate with any intercommunal companies.

ROAF were the only informant talking about students as knowledge sources and stressed the importance of cooperation with universities. He mentioned a project called REdu that stands for Resource Education and is one of the focus areas of Avfall Norge, being an example of a successful collaboration project. Every summer, ROAF arrange internships where students work on projects such as finding an optimal flow through their facility looking for bottlenecks.

When it comes to cooperation in the Norwegian waste industry, only a few of our informants cooperate with external companies. The informant from IVAR is personally interested in a new technology and robotics, which is why he has been in contact with both Zenrobotics in Finland and RobotNorge in Norway. Together with RobotNorge they are working on a new solution for implementing robotics into the assembly line. ROAF tells us, Innovation Norway has not been very helpful when it comes to innovation funding, therefore they mostly do the research by themselves. From our understanding from Innovation Norway' website ROAF does not fill the terms of funding, *“For district resources, special emphasis shall be placed on contributions to value creation, employment, innovation and restructuring in the local community”* they are buying an innovation and not creating one.

However, several informants stress the importance of future collaboration and see it as necessary, in order to increase knowledge of robotics. NG has already invested in robotics working together with an American company named Bulk Handling System, and the informant agrees on that there is huge scarcity of competence and academics when it comes to having background or interest in industrial robotization. This is the reason why they had to get out of the country to find the right expertise in all of the aspects; technology, suppliers and partners.

As IVAR cites *“When we see a problem, we want to find a solution”*. The current situation implies a room for knowledge spillover, there is a potential for exploitation of knowledge and ideas by robotic companies, which can further be adopted and applied by companies in the waste industry. One beneficial factor encouraging competitive advantage is through sharing of resources and interaction between co-located companies, which creates a natural tendency of knowledge spillover promoted by clustering.

## 5.2 Prospective Future

Technology have had a rapid growth the last years, however there are still a lot of room for further improvements. The waste industry has come a long way on the automation knowledge but in the not so distant future we hope to see an entirely automatic sorting system.

### 5.2.1 Environmentally friendly (Go green) (Q9)

The waste industry strives to be as eco- friendly as possible; the society goal would be to reduce waste from the nature and preserve the planet. Recycling will help reduce greenhouse gasses, water pollution and save energy.

During the interview the informants were asked to what extent (from 1-5) the environment is important for them, whereas all the informants graded between 4 and 5 which means very important. Further all the companies keep in mind what impact their next step will have on the environment, kind of a checklist.

IVAR mentioned a conduction of environmental analysis especially on climate accounts, where they see how much they can relieve climate and material recovery. Ragn-sells however cites *“We take great care of the environment, not just because we want to but because we have to”* this based on the supervisory authorities becomes stricter. Additionally, NG mentioned how they would not be allowed to invest so much money in such a high-risk case, unless it's for the environmental aspect.

Otherwise, Westco have not invested in anything the last 5 years and they think environment is important but not their main focus. They are not planning on investing in the near future, but society expects it and it is essential to focus on the environment.

The companies' strategies have been to implement different features in order to preserve the nature. Being eco-friendly gives an opportunity to reduce business costs, however in some cases investing more can give diminishing emissions. Both ROAF and IVAR have installed solar panels which costs more but saves electricity, in addition IVAR uses district heating to wash the plastic which as well saves electricity. Ragn-sells have invested in eco-friendly features such as electric cars and one electric forklift. Additionally, they have installed a

drainage system that emits odor in order to not contaminate the neighbors air. Yet, IVAR sees a further potential for lowering energy use on their machines, which could be a future proposal project.

The environmental potential is extensive and the society's focus will only increase. Therefore, both we and ROAF think it's odd with a younger generation that are so focused on the environment, still sorts the households waste so badly.

### **5.2.2 The Robot Potential (Q11,12,13)**

Zenrobotics in Finland writes about robotic being the future of recycling and says it's unavoidable. Further, in their blog article from 2016 cites; *“Robots and driverless cars, powered by artificial intelligence and sensors, are already redefining the waste management and recycling industry”*. Moreover, according to the blog article difficult question arises whether the robots will determine the future of waste management, as they are already present. However, the waste industry seems to ignore or underestimate their importance as well as their role as disruptors.

In our interviews we got the opinion of positivism among the informants when we asked if robotics is a sought solution for the waste industry in Norway. IVAR cites *“My impression is that there is a lot of positivity in the waste industry, many have oriented themselves in the market and seen solutions. The waste industry is excited about this area and positive”*. Other informants also tell us that robotics is the future. Ragn-Sells agrees on robots being the future, particularly inside the facilities where processes will be more automated but within logistics there is still much to be done. NG on the other hand, tells us many believe robotics being a sought solution but few who dare to bet on it as there is a conservative approach to technology, meaning it's not a 'proven' technology and the result is it has stood still for 10 years now.

<b>Informants</b>	<b>Informants desire of features for robotics</b>
IVAR IKS	Better sensor in the grip arm
Ragn-Sells AS	Speed is important, therefore effective solutions when it comes to positive waste
ROAF IKS	Automatically updated robot database when it comes to new products, so the robot gets the correct information straight away.
Retura TRV	Increase the quality in terms of clarity and material recycling.
Westco AS	Increased capacity also sorts and pick out fractions that can be recycled
Norsk Gjenvinning AS	Better programming and expertise

Figure 10: Informants find important in robotics (source: own illustration)

Above, we created an overview of the informants' desires of features for the future robotics. All of the informants reflected over this question and gave us good answers which can also be seen as potential for improvement. Further, motivation factors for implementation of robotics are linked with the optimism among the informants. IVAR cites *"Motivation factors are that we expect the solutions to be better and better in the future. The technology has come a long way and is confident that the solutions will be good for the industry"*. Additionally, IVAR mentions the technology to be so far along that safety is no longer an issue with the robots, this will help with regard to health, environment and safety (HSE). Ragn-Sells although, relates motivation with cost-benefit and tell us about implementation of electric trucks which they received support for from ENOVA. Yet, they are motivated by environmental advantage and society and can rather spend extra money. ROAF see's motivation in substituting humans with robots to stop them from working within hazardous environment. Jointly, the informants have possibly future plans of implementing robotics, therefore the affected managers need to design a planning and implementation process, compatible with their organizational climate and strategic plan.

NG have seen the potential of robotics and decided to combine the best available technology (BAT) for the waste industry with optical object detection and robotic sorting. All together with manufacturing industry processes, extensive data storage and machine learning, they have found a new way to sort waste. The reason for combining technologies, is because both

NIR and optical sorting have their limitations, the robots as well. But together, all the different technologies give more security.

Article from TU, the informant referred to in our interview explains how it works; Starting very traditionally, the paper is released onto the assembly line and goes through three mechanical screens where several of the items exit the main flow such as the cardboard, “finstoff” (waste), 3D objects such as milk cartons and heavy items. While the paper continues and goes through near-infrared (NIR) and optical camera detection with air pressure separation. The innovation behind this is based on NIR machines automatically adjusting the angle and speed of the first three mechanical steps so that the sorting rate changes. What gets through the NIR detection comes to the Max-AI robots, four robots with arms with AI and machine learning read and analyze every small object, and pick out what NIR has not received. After the robots, another optical quality control follows before the paper goes for pressing and packing.

Further in the article, the informants from NG explains that robots are being the last optical control, if they are not satisfied then they control and change what the previous steps do. The AI machines should have a short training period, because they use open solution making it possible to serve them images of one million bottles from Google's image bank instead of having to take pictures of one million bottles. Nevertheless, the camera is being installed and tested before it's set up into operation. Moreover, AI- technology is going to change the unpredictability of the material you get delivered to the facility, since a container with paper can contain anything. Max-AI technology will not only sort but also analyze the product quality.

On the other hand, IVAR wonders if the AI technology is mostly used as a sales factor, since AI is just one way of processing sensor-based data and he is not sure that within robotics today can be referred to as AI. It's one type of data processing from 10,000 images and the treatment capacity has become larger and larger, the computer has become better and better. Technically we are in a phase where suddenly new and interesting solutions arises.



### 5.2.3 Opportunities (Q4,14,15)

Innovations creates opportunities in order to find new and better solutions. Most companies today make use of incremental innovation instead of radical since it has higher success ratio and lower risk attached.

With innovation we have an expectation of continuous evolution and all the informants acknowledged the importance of frequently developing existing knowledge, product or processes. According to ROAF the robotics technology must be adapted in a larger selection than the existing solution. The robot technology must be combined and further developed both in the gripping function and appearance of the robot, the whole robot must be improved otherwise it can create future challenges. IVAR mentions as well how he would like RobotNorge to improve the sensor function and maybe implement an infrared sensor in the griparm itself in order to make the robot more accurate.

Furthermore, the robot gives the opportunity to reduce human errors and relieve the employees from facing daily work challenges with a lot of noise and being surrounded by a poor air quality. In our interviews, we asked if a robot could help to reduce human errors at the sorting waste facilities, the responses were generally positive leading to a discussion on how today's robots with grip arms are programmed to be precise when working on a monotonous work task. Further, having a robot would relocate the employee in order to avoid working on monotonous and boring tasks.

In order to uncover a strategic plan for robotics to be implemented, one of our question was "If you had bought a robot, what would the robot do for you?". The aim of this question is to uncover creative ideas, needs and potential for the industry to create an understanding of its usage. Mostly, the informants agree on implementation of robotics for the production process, although there may be a future solution for implementing in the end between packed products (pressed goods), storage and shipment. Several of the informants told us about existing experiments or ideas of their own which seem plausible in the future. IVAR talked mostly about the retrieving process as shown in chapter 2.1.1 Household waste value chain model (Figure 1). He told us about a student experiment from Chalmers University in Gøteborg, they developed a fetch robot, which is a small autonomous vehicle that picks up garbage cans from the curb, it's a type of satellite vehicle. The fetch robot places the garbage

can on itself and drives to the main vehicle and place the garbage can on the hook in order to be emptied. Furthermore, IVAR had an idea on a retrieve station similar to the existing glass containers we have today. He would like to remove the household garbage cans and only have the solution with an underground waste container with all the different sorting options and having a robot within the container starting to sort out before it's collected.

In contrast Ragn-sells sees the efficiency of the infrared sensors but he has some concerns about the robot's software and capacity. ROAF however had another approach on how to solve the infrared solution of the robot, they suggested a collaboration with the packaging manufacturers such as Orkla, Bama or Tine where pictures are accumulated and transferred to the robot's software. This will make it easier for the robot to retrieve the new design and recognize the different packings on the assembly line.

The Consultant were determined that implementing a robot to an existing facility were less beneficial because of lack of space and increased expenses than implementing during building an entirely new facility.

Additionally, most of the informants mentioned the need for automation in the packing-storing-shipping system, maybe self-driven forklifts.

#### **5.2.4 Financial Value (Q17)**

In general businesses are primary focused on achieving a high as possible profitability and the most agile approach is to reduce or minimize the cost. One approach to considerate is upgrading or replacing outdated production equipment which in the waste industry would be equipment such as NIR-machines or the assembly lines. Yet, when contemplating whether to replace or upgrade we must have a look at the cost-benefit, whether its profitable or not.

IVAR and ROAF have invested in respectively 23 and 17 NIR-machines each with a cost of NOK 500 000, this according to IVAR and ROAF. Further they estimate a depreciation period to at a minimum of 10 years before they consider replacing an existing equipment. Additionally, the NIR-machines have such a great capacity compared to what a robot arm with AI could manage in the same timeframe. Furthermore, if both IVAR and ROAF were to

implement a robot, as an addition not replacement, in their production process they would have to change parts of their existing process structure which can be costly. Therefore, there must be enough return on the negative- og positive sorting from the robot in order to invest. ROAF indicated he could consider to implement a robot in the beginning of their process in order to relocate a person picking out specific waste before it ends up in the millstone. This position is managed by two shifts and costs about 1,5 mill NOK a year. Therefore, a robot could cost about 10 million NOK and with a depreciation period of 10 years it would cost ROAF 1 mill NOK a year and thus be profitable. However, 10 years depreciation period can be in the utmost duration for some industries.

In the private sector on the other hand have another budget to relate to than the intercommunal companies. They all have different strategies on maintenance on their premises and the prices differs from 4-100 million NOK depending on what fraction the robot would carry out. Retura for example are going to invest on two new machines this year on the budget between 4-5 million NOK. Additionally, he pointed out “*It's impossible to say anything about the size of the investment, it depends on the income*” and for that reason it can differ how often they choose to upgrade their apparatus. Westco have a similar view, their consideration is on how effective the robot would be, if its effective enough they could invest a significant amount. He cites “*We are private, it is economy that is at the bottom line*”.

Contrastingly, NG considers their investment on how much sorting clarity the end result will be in order to invest in a robot with AI, they desire as close to 100 % clarity as possible. He expresses how robotization with the development of AI are viewed as high-cost and high-risk from a business perspective and the association is mostly negative.

The informants express they are not as good as they wish to be to continuously enhance their production process.

### 5.3 Dissimilarities

A few dissimilarities in the waste industry have been uncovered and we have below defined the five bigger differences we find important for our analysis.

1) Throughout our conduction of interviews, we were able to visit both an intercommunal- and a private company, IVAR and Westco. We noticed big differences on their facilities and according to their information their respective facilities could be similar to alike companies around Norway. Intercommunal have the same likenesses to other intercommunal companies. The Consultant indicated the intercommunal companies are starting to get more and more automatic like IVARs facility. The private companies differ more from each other because of the difference in business plans.

2) As shown in chapter 2.1 the waste types not only differ between intercommunal- and private companies but also differs a lot in volume and throughout regions. Some of our informant such as NG and Ragn-sells which are nationwide, have difference in needs such as waste volume and materials in for example Oslo region to Stavanger region. Further, IVAR mentioned a facility in Bergen and Kristiansand where it's been built an incineration facility with an immense capacity, however the different locations do not fulfill the needs as there is not enough volume of residual waste.

3) Customer relations is another difference; the private companies are dependent on income from their customers in order to stay in business as mentioned in the chapter 5.2.4. and are therefore dependent on finding the right price to keep their existence and get new customers. While intercommunal companies have little customer relations or customer relationships, this based on being municipality owned, if they need more finances, they claim a higher fee from the municipality residents. Therefore, intercommunal companies have better conditions to operate innovatively than private.

4) Another difference we have noticed is the view of consultant usage. According to the intercommunal companies they have full trust in their consultants and emphasize their opinion highly. On the other hand, the private sector usually investigates innovations and opportunities themselves and rarely use consultants for upgrading their facilities.

According to The Consultant, he mainly obtains assignments through personal acquaintance in the private sector. In the intercommunal sector however, they only use public tender which means the consultants have to keep their knowledge updated, have great experience and have a reasonable price in order to win the public tender.

5) The financial point differs a lot from intercommunal- to private companies, the intercommunal companies are mostly financed combined by both income and state funding's. Private however are dependent on their income from their recycling and in some cases funding's from investors, but the downside with investors is the expectation of return, such as ownership, return with interest or share profit. Therefore, the private companies are not as flexible on improving the production process as the intercommunal companies.

## 5.4 Findings

The analysis conducted shows several findings worth presenting and suggests what the Norwegian waste industry find important to increase the degree of robotics. Throughout, the analysis an overview of the current situation and prospective future were created. The degree of robotics was analyzed from a view of a robot with- and without AI. In this case, the current situation is that most of the interviewed companies do have installed robots in their facilities without AI, such as machines with infrared sensors (NIR) that are programmed to sort out waste. However, robots with AI have not been that common yet, only a few waste companies have considered this technology and even fewer have had the courage to install such robots.

There are six main findings we found interesting, which are important to account for if the Norwegian waste industry is going to increase the degree of robotics. First finding is the *price of robotics*, which all of the interviewed companies agreed on and in regards of already tied capital. Therefore, the price of robotics has to be convenient for the waste companies in order to invest in new equipment.

Second finding is about *efficiency of robotics*, especially robots with AI where the software needs to be regularly updated and have enough capacity. This to easier recognize the different waste types efficiently in regards with quantity streaming on the assembly line.

The third finding depends on the *Quality of the end product (clarity)* the company can deliver, which would likely increase if a robot were implemented.

Fourth finding shows how *Implementing options of robotics* also play a main role, in the sense of its importance for the industry to have more options to apply different robotics to different places in the value chain of the company.

*Experienced supplier* is the fifth finding the interviewed companies found important, which is a scarcity. Specially, The Consultant mentioned this on behalf of the waste companies, and the interviewed companies agreed on a shortage of expertise in this type of field.

The last and sixed finding is connected to all findings above and is *Access to knowledge*, which is necessary if an increase in investments should occur in robotics. Additionally, the companies do not cooperate with each other or with other industries, which creates a lack of communication.

All of the six findings are important for the interviewees, and throughout the analysis we have defined what we understand are the three most important factors for both intercommunal- and private companies, this is shown below in figure 11.

Intercommunal company	Private company
Quality on end product (clarity)	Quality on end product (clarity)
Efficiency of robotics	Price of robotics
Implementing options of robotics	Access to knowledge

Figure 11: Three most important factors for the companies (source: own illustration)

We have assessed these three factors to be the most important ones, as anticipated both for the intercommunal- and private companies the *quality of end product (clarity)* seem to be the highest priority. However, there are larger differences for the second and third factor. The reason why the quality of the end product (clarity) is ranked as the highest is because high quality is the greatest income source for the industry.

Secondly, the intercommunal companies prioritize *efficiency of robotics*, the reason is because of the amount of waste per hour on the assembly line. They have about 40 tons per

hour today and will therefore not invest in equipment which manages less than this amount. The private companies on the other hand doesn't use assembly line as much as the intercommunal and are therefore less prioritized.

The second preference for the private companies is *Price of robotics* since they solely depend on their income to be able to invest or upgrade their production process. While intercommunal companies are not as dependent on their sales income since they can choose to increase the municipal taxes.

The third essential factor for the intercommunal companies is *implementing options of robotics*, this on account of what they specifically want to filter out and how large changes they need to do, to be able to implement the robot on the assembly line. On the contrary we assume the private companies have already estimated the implementation price in the total buying price.

The private companies third important factor is *access to knowledge*, the lack of knowledge and proven success is not advertised enough for them to consider to test robotics. In contrast the intercommunal companies appear to have a higher interest for automation and lower focus on finance and therefore higher likelihood to test new technology.

## **5.5 RobotNorge AS**

In order to consider RobotNorge's opportunity in the waste industry we have made some suggestions from the collected data. We want to uncover how RobotNorge can create attractive solutions in robotics for the waste industry and creating a positive association with robotics and their future possibilities. Additionally, to answer our sub-question if RobotNorge's robots fit into what the waste industry find important. Therefore, we look into RobotNorge's FlexPicker product and present suggestions based on our analysis and findings.

Below is a description of the basic waste robot solution from RobotNorge, where they have developed a gripping solution for sorting waste on the assembly line. They have made a few different gripping mechanisms such as suction cup, grapple claw and magnet function.

During a visit at RobotNorge we got the opportunity to observe a test run of the FlexPicker both on accuracy and speed, in regards to number of picked objects.


PRODUCT	BASIC SPECIFICATIONS					
 IRB 360 FlexPicker®	Load (kg)	1	1	3	6	8
	Reach (m)	1.13	1.60	1.13	1.60	1.13
	Position repeatability (mm)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	Protection	Std: IP54/67/IP69K				
Option: Wash down, Stainless Cleanroom, ISO class 5–7, IRB 360-1/1130 certified by IPA						

Figure 12: Robot variant IRB 360 FlexPicker (source: own illustration, picture from ABB katalog)

For the FlexPicker The Consultant expresses how he thinks the robot will not be able to pick enough amount per hour compared to a NIR-machine, but he could consider this robot as an addition on the assembly line. He marks how RobotNorge has to be aware on how much the waste differs across countries, additionally what waste actually can be, example; wheelchair, brake discs, everything you can imagine, etc.

#### Suggestions:

- *IVAR suggested:* a sensor in the gripping arm of the robot to make it more accurate when selecting on the assembly line. In addition, find a solution for the sensors when the dusty air occur which will create failure.
- *ROAF suggested:* a collaboration with the distributor on creating pictures of the new design on packaging and forward directly to the robot's software.
- *All informants* desire a solution on automating the end process from packaging to shipping.



- *The Consultant suggested:* focus on removing batteries first in order to reduce risk for explosions in the facility and increase recycling materials with 8-10 %
- *Based on collected information we suggest:* print many small “invisible” QR codes on the entire packaging through the collaboration with distributors such as Orkla, Bama, Tine etc.
- *Based on collected information we suggest:* market how environmentally friendly the robot is, how it uses low amount of electricity, is reliable and developed with recyclable materials which makes it easier to be recycled when it has reached its useable life. In addition, show how much robots costs less to operate than a NIR-machine.
- *Based on collected information we suggest:* RobotNorge should focus on more visibility in the market to promote more than one solution, create positive associations and deliver reasonable and competitive prices.
- *Based on collected information we suggest:* Attempt to create a collaboration with different consultants.

However, a strength RobotNorge has is the possibility to rent out the robot on a X year contract and if the customers are satisfied, they will get the opportunity to buy the robot for an affordable price. Its beneficial for the customers to be able to choose to either buy or rent. Our opinion of RobotNorge is that they have few limitations when it comes to market shares, collaboration through different industries and gives a great opportunity for further development of AI technology.

## Chapter 6: Conclusion

The goal for this thesis is to elaborate and accentuate the possibilities the waste industry faces when it comes to implementation of robotics. The waste industry is identified with automations and known to strive towards replacing monotonous and dangerous work environments. Robotics with and without AI may solve some of the issues and provide more environmentally friendly solutions. The empirical studies provided in this thesis gives an impression that there is a desire for increased robotics and it's predicted in the future.

**“What do the waste industry find important in order to increase the degree of robotics?”.**

Based on the chosen literature we can see there is an anticipation on incremental innovation for continuously developing both the robot and its features. When robotics is introduced to the production process within the value chain it will likely become more efficient and generate a clearer end product to sell. Moreover, there are some motivational factors for implementing robotics into the value chain, such as cost reduction, contribution of environmentally friendly production and increase clarity towards new regulation of 70 % clarity. In addition, knowledge and successful test results are important in order to maintain the equipment throughout a necessary successful collaboration to uncover new areas of solutions.

A qualitative working method gave us the opportunity to collect primary data from different industries, robotic suppliers and the waste industry. This enabled us to access information from six different waste companies located all over the country, in addition a valuable consultant within the waste industry. The interviewees were operations managers, lean managers and production managers. The collected data is transcribed and we are confident in the integrity of the data from all our informants.

The analysis provides us with knowledge of the current situation and the estimated future. Throughout the interviews the informants provided us with their knowledge on robotics and expertise from the waste industry. We have discovered barriers with robotics such as the gripping method, software capacity and effectiveness. The barriers for the waste industry are

in profitability of implementing robotics and successful testing results. However, there are a great new potential with robotics with AI in this industry, this shown through Norsk Gjenvinning implementing the first robot with AI in Norway. Many of the informants had good ideas on what a robot could do for their company, however most are still skeptic to the try out this new technology.

For our sub-question “Does RobotNorge's robots fit into what the waste industry find important?”, have we determined the FlexPicker to be useful on smaller assembly lines for light objects such as batteries, glass or HDPE. However, this specific robot doesn't fit all and will therefore be less suitable for private companies compared to the intercommunal companies. Yet, RobotNorge have a large selection of different robot bodies to choose from at ABB and have the possibility to create custom made solutions for the different needs for each company. But this is not the optimal solution for RobotNorge due to each new solution cost time and money.

According to our findings, the degree of robotics is expected to increase if the robot can meet the requirements shown in figure 11, such as higher clarity on the end product, higher efficiency, affordable price etc. This will result in competitive advantage and moreover relief boring, monotonous and some unsafe working tasks. A disadvantage of implementing robotics today is the uncertainty of how long a period it will take to sort out the “child diseases” before the robot accomplished the expected capacity and accuracy.

For future research we recommend to do a market analysis of all the Norwegian waste industry companies, estimate profitability and compare to the Scandinavian, European or even international market.

## Reference list:

Aase, T.H. and Fossåskaret, E. (2014). *Skapte virkeligheter: Om produksjon og tolkning av kvalitative data, 2. utgave*. Universitetsforlaget

Ariely, D., Kamenica, E., And Prelec, D. (2008). *Man's search for meaning: The case of Legos*. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 67(3), 671-677

Brinkmann, S., (2012). *Qualitative Inquiry in Everyday Life, Working with Everyday Life Materials*. SAGE publication.

Crespin-Mazet, F, Goglio-Primard, K., Scheid, F. 2013. "Open innovation processes within clusters – the role of tertius iugens", *Management Decision*, Vol. 51 Issue: 8, pp.1701 1715

Edquist, C., L. Hommen, and M. McKelvey (2001) *Innovation and Employment, Process versus Product Innovation*, Cheltenham: Elgar.

Fagerberg, J. (2003). *Innovation: A Guide to the Literature*.

Fagerberg, J., Mowery. D.C. and Nelson, R.R. (2005): *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press.

Francis, D. and Bessant, J. (2006), *Targeting innovation and implications for capability development*. *Technovation* 25: 171-183. Reproduced by permission of Elsevi

Freeman, C. (1982), *The Economics of Industrial Innovation*, London: Frances Pinter.

Gage, M.W. (2013), *Equipment Maintenance and Replacement Decision Making Processes*, A Senior Project Submitted to the Faculty of California Polytechnic State University, San Luis Obispo.

Gopalakrishnan, S., Bierly, P., & Kessler, E. H. (1999). *A reexamination of product and process innovations using a knowledge-based view*. *Journal of High Technology Management Research*, 1(10), 147–166.

Johannessen, A., Tufte, P. A., & Kristoffersen, L. (2004). ”*Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*”. Abstrakt Forlag AS

Keisner, A., C., Raffo, J. And Wunsch-Vincent, S. (2015). *Breakthrough technologies - Robotics, innovation and intellectual property*. WIPO, World Intellectual property organization.

Koc, T. and Bozdog, E. (2016). *Measuring the degree of novelty of innovation based on Porter's value chain approach*. European Journal of Operational Research 257 (2017) 559–567.

Kvale, S. and Brinkmann, S. (2017). *Det kvalitative forskningsintervju*, utgave 3. Gyldendal Akademisk.

Layne, E. (2019). "Making Manufacturing Processes Eco-Friendly." Small Business - Chron.com. [Accessed 21 March 2019]

Li, S., & Ni, J. (2016). *A dynamic analysis of investment in process and product innovation with learning-by-doing*. Economics Letters, 145, 104–108.

Mansfield, E. (1995), *Innovation, Technology and the Economy*, Aldershot: Edward Elgar.

OECD (2005), *The Measurement of Scientific and Technological Activities. Proposed Guideline for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data*. Oslo Manual.

Presutti Jr., W, D., and Mawhinney, J., (2013). *Understanding the Dynamics of the Value Chain*, Business Expert Press.

Salomo, S. , Weise, J. , & Gemunden, H. G. (2007). *NPD planning activities and innovation performance: The mediating role of process management and the moderating effect of product innovativeness*. Journal of Product Innovation Management, 24 , 285–302 .

Silverman, D. (2001). *“Interpreting Qualitative data”*. 2nd edition. Sage Publications.

Storper, M. and Venables, A. J. 2004. “Buzz: Face-to-face Contact and the Urban Economy”. Journal of Economic Geography 4(4), 351-370.

Stringer, R. (2000). *How to manage radical innovation*. California Management Review, 42 (4), 70–88 .

Strande, M. (2018). *NORSK GJENVINNING Her skal de bygge en av verdens mest avanserte papirlinjer*. Teknisk Ukeblad.

Tidd, J. and Bessant, J. (2014): *Strategic Innovation Management* 1st edition. Chichester: John Wiley and Sons.

Tjora, A. (2010). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. Gyldendal Akademisk.

Thompson, Jr. A. (1984). *Strategies for Staying Cost Competitive*. Harvard Business Review.

Verweire, K. (2018). *The challenges of implementing strategy*. PM World Journal, Vol. VII, Issue V. (Series articles).

Wang, Y. Wang, X. Chang, S. Kang Y. (2019) *Product innovation and process innovation in a dynamic Stackelberg game*. Computers & Industrial Engineering.

## Appendix 1: Overview waste treatment

- MGV - Material gjenvinning (Gjennbruk)
- EGVN - Energi Gjenvinning (Brennes for fjernvarme)
- Deponi - kan ikke gjennvinnnes, må betales for å fraktes bort/lagres/grades ned
- Compostering - Biologisk avfall som går gjennom forråttelses prosess og omdannes til jord/muld (Gjenbruk)

Avfalls type	Behandling	Kommentar
Papp/Papir	MGV	Selges oftest til Norden for gjenvinning
Trevirke->Flises	MGV/EGVN	Trevirket flises og normalt brennes, dersom flisen er ren nok kan den MGV
Landbruksfolie (rundballeplast)	MGV	Den hvite er mest populær til kina, polen, sverige- blir til leker, poser osv.
Gips	Deponi/MGV	Norge- blir lagret eller gravd ned i jorden, gå sjelden også gå til MGV men er en dyrer prosess.
Industriplast	MGV	Behandles oftest i Norge, i noen tilfeller til utlandet.
Tekstil	MGV	Leveres til bedrifter som Fretex
Glass	MGV	Mottak i Norge, i noen tilfeller Fretex
Restavfall	EGVN	Behandles både lokalt og Sverige
Betong/fliser/kreamik	MGV/Deponi	Sendes oftest så lokalt som mulig i Norge (eksempel, en bonde som vil fylle et hull (deponi))
Matavfall	EGVN	Brennes kun i Norge pga fare for smittafare/smitteeffekt
Jord/stein/grus	MGV	Tømmes på tipp eller hos en bonde.
Elektrisk avfall	EGVN/MGV/Deponi	Plukkes fra hverandre og fordels (Kobber/plast/metal/el etc.)
Metall	MGV	Behandles oftest til mottak i Norge, etter det er malt opp i små biter blir det ofte selges til både inn- og utland.
Slakte avfall	EGVN/MGV/Deponi	Innvoller, bein og knokler kokes og produserer dyrefor. Resten blir brent eller deponert

(Source: own illustration)

## Appendix 2: Interview Guide

### Intervjuguide

1. Hva er din nåværende stilling og hva ansvar innebærer stillingen?  
-Er du involvert i utvikling av nye tjenester, produkter eller prosesser?

### Dagens situasjon

2. Bruker dere noen roboter i dag i deres produksjon? med eller uten kunstig intelligens?
  - Hvis ja? Utdyp hva som gjorde at dere har valgt å bruke roboter?
  - Hvis nei? Hva er grunnen til at dere ikke har tatt i bruk roboter?
3. Hvor i verdikjeden er det mest nyttig å innføre roboter per i dag?
  - Forklar:
    - Tidlig I verdikjeden (inntak)
    - I produksjonsprosessene
    - slutten (pakking)
4. Hvilke begrensninger opplever dere i dag med robotteknologi?
  - Gi eksempel;  
Krav fra kundene  
Lover og reguleringer  
"Råstoffer" dere får inn krever det?
5. I hvor stor grad er det viktig å oppgradere produksjonsprosessene per i dag?
  - Svar på en skala fra 1 til 5, hvor 1 er i svært liten grad og 5 i svært stor grad.  
  
1 I svært liten grad  
3  
3  
4  
5 I svært stor grad  
Vet ikke
6. Samarbeider dere med eksterne aktører ved innovasjon- og teknologiutvikling? hvem? hvorfor?
7. Har dere mye menneskelige feil (sorteringsmessig) pr i dag? kunne en robot hjulpet å redusere dette?

### Fremtiden

8. Når det foretas avgjørelser om automatisering, hva kunnskapskilder er viktige å ha i grunn?
  - Gi eksempler: erfarne ansatte, kunder, samarbeidspartnere (leverandører, universiteter, andre bedrifter)
9. I hvilken grad legger dere vekt på miljø når dere utvikler nye prosesser?
  - Svar på en skala fra 1 til 5, hvor 1 er i svært liten grad og 5 i svært stor grad.  
  
1 I svært liten grad  
2



3  
4  
5 I svært stor grad  
Vet ikke

10. Når dere planlegger å forbedre produksjonsprosessen hvordan går dere frem for å finne nye og innovative løsninger?
11. Er robotisering en ettertraktet løsning for avfalls- og renovasjon bransjen?
12. Hvilke ønsker stiller dere til robotteknologi?
13. Hva anser dere som motivasjonsfaktorer for å implementere automatiseringen med maskiner med kunstig intelligens?  
-Eksempler: spare miljøet, redusere feil i produksjonen, øke effektiviteten
14. Ved robot teknologi, forventes det kontinuerlig forbedrede løsninger eller helt nye løsninger?
15. Dersom dere skulle ha kjøpt en robot hva skulle da roboten ha gjort for dere?
16. Hvilke begrensninger tror dere en slik robot teknologi kan innebære i fremtiden?
17. Hvis dere skulle ha investert i robotisering hva ville realistisk pris vært for dere?

**Robot Norge (Hvis vi har tid)**

1. Har dere kjennskap til Robot Norge sin nye sorteringsrobot? (hvis ikke forklar)
2. Hva synes dere om en slik løsning? kunne denne vært implementerbar for dere?

## Appendix 3: Interview transcript 1-6

### Interview 1: IVAR IKS (Interview in person)

Anette (00:03): Hva er din nåværende stilling og hva ansvar innebærer stillingen?

Informant (00:08): Ja, Navne mitt er jo da ..... jeg er da offisielt [Stilling] her i IVAR. Det er en ren faglig stilling det vil si at jeg ikke har noe personalansvar eller noe budsjett og greier, men jeg driver med faglige ting relatert til innsamling av avfall og håndtering av avfall, det er liksom det som jeg holder på med og da holde jeg på med masse forskjellige ting.

Anette (00:37): Er du involvert i utvikling av nye tjenester, produkter eller prosesser? i det hele tatt?

Informant (00:45): Ja, det er jeg, det har jeg vert. Altså, kanskje jeg kan komme rett på, hva skal jeg si, den viktigste saken her i den sammenheng med dette intervjuet, det er jo vårt sorteringsanlegg, altså vi holder nå på å kjøre opp, det vil si det er ferdig bygget, men nå har vi innkjøringsfase på sorteringsanlegget for restavfall og jeg kan nok si at det har vært min "baby" hele tiden den saken der, altså det vil si at for 12 år siden tenkte jeg den første tanken om vi skulle hatt et sorteringsanlegg for restavfall her. Da jobbet jeg enda i Stavanger som renovasjonssjef i Stavanger, jeg kom for 4,5 år siden til IVAR, men det funker så å si hele den saken da også her i min stilling her i IVAR, det er jo IVAR som har bygget det sorteringsanlegget da, så det er nå en viktig sak. Mens i min tidligere tid, altså i Stavanger kommune, så har jeg innført forskjellige nye ting både ordninger og utstyr i det her. Som jeg faktisk fikk en gang en innovasjonspris for fra Avfall Norge. Avfall Norge er vår paraplyorganisasjon innenfor, alle de som driver med avfall kan jeg si både offentlige og private. Så svaret er ja.

Anette (02:36): Da kan vi gå over på dagens situasjon, bruker dere noen roboter i dag i deres produksjon? med eller uten kunstig intelligens?

Informant (02:43): Altså, A vi bruker ikke noen roboter med kunstig intelligens, begynne med det. B så er det spørsmålet hva du oppfatter som en robot? det er det. Vi bruker i dag ikke noen robot i klassisk forstand hvis du forestiller deg en eller annen dings som griper noe med en eller annen utformet arm for å gjøre en handling, den type robot har vi ikke, men hvis du anser våre NIR-maskiner som roboter så har vi 23 stykker i sorteringsanlegget vårt. Og NIR-maskiner bare for å si det, det er NIR står for Nærinfrarødt teknologi, det er sensorer som er bygget inn over samlebåndet, over transportbånd, bestråler alt som ligger på båndet av materialer, ulike typer materialer gir i ulike frekvenser stråling tilbake, dette kan gjenkjennes av sensoren hva slags materiale dette er og denne gjenkjennelses prosessen den skjer sånn ca en halv meter før samlebåndet er slutt og da faller egentlig alt materialet ned. Men i kanten av samlebåndet så sitter det en rekke luftdyser og sensoren gir beskjed til de og de luftdysene og låse ut den og den type materiale som nettopp har kommet forbi. Sant, så hvis samlebåndet går her og det går flere meter i sekundet, her kommer det en eller annen dings, dette er en polyetylen maskinen kjenner den igjen og det kommer her til kanten så sitter luftdysen her, den blir den blåst ut mens alt annet materiale faller ned. Sant, og det er i dag det vi egentlig kaller for "state of the art" innenfor sorteringsteknologi i verden. Det som brukes mest fordi samlebåndet kan gå ganske fort, sant, det har en god kapasitet til å ta ut store mengder av et

eller annet disse maskinene, sånn det er sagt. Så igjen, hvis dere oppfatter dette også som robot så bruker vi masse, hvis dette ikke er robot i deres forstand så bruker vi ikke robot.

Anette (05:31): Da er det kun automatisering i så fall?

Informant (05:36): Ja, altså, nå er det jo sånn at dette er automatiske maskiner og sånn, som avbruger sensorteknologi for å gjenkjenne ting og vet hva man skal gjøre og det så istedenfor at vi har noen robotarmer så er det da bruke en annen type teknikk for å gjøre den, hva skal jeg si, fysiske jobbe, og det vil si at vi bruker luft, luftdyser, sant.

Kristina (06:09): Hvor lenge har dere hatt sånn type infrarød teknologi, eller sånn sensor?

Informant (06:15): Altså den type teknologi har eksistert på markedet også innenfor avfalls verden nå kanskje i 20 år sånn ca ikke sant, og de blir bedre og bedre og bedre, det er også sagt, altså det har også vært en viss utvikling der. Og vi bruker nå dette for første gang her i våre anlegg, jeg sier våre anlegg fordi egentlig er det et restavfalls sorteringsanlegg, det er papirsorteringsanlegg og vi har et plast vaskeanlegg, alt under ett tak, egentlig er det 3 anlegg under ett tak. Og både på papirsortering og på rest avfallssortering bruker da 23 stykker av disse maskinene, de koster forresten en ½ million stykke.

Kristina (07:06): Wow.

Informant (07:07) Så bare det er en ganske heftig investering i dette her. jeg vil gjerne si , vi kommer kanskje tilbake til det senere, men altså disse maskinene, disse NIR-maskinene, firmaet heter forresten Tomra, det er et norsk firma, opprinnelig et norsk firma, men all produksjon av disse maskinene foregår utenlands, spesielt i Tyskland produseres disse maskinene, dere kan gjerne gå inn en gang i noen youtube filmer gjerne bare for å se hva dette er for noe, for å få en forestilling for hva det er. Men altså, de maskinene der de har den fordelene at de er kjappe og de er rimelig presise. Altså det som skal skytes ut det skytes ut, for å si det sånn. Ikke sant, hvis du da tenker robot, derfor sier jeg det her, robot er fortsatt relativt langsomt sammenlignet med denne type maskiner. Og den plukker liksom en og en sak mens på et samleband hvor en Tomra maskin står så kan 15 biter bli skutt ut med det samme, på en gang, fordi du tar hele bredden av samlebandet, ikke sant, til hjelp da. Ja, så nå tilbake til.

Anette (08:46): Hvor i verdikjeden er det mest nyttig å innføre roboter per i dag? hvis dere skulle ha innført det?

Informant (08:53): Da må jeg spørre tilbake, verdikjeden, hva er for deg verdikjeden innenfor avfallssektoren?, altså tenker du da helt fra....

Anette (09:03): Fra dere henter det inn til sorterer til dere sender det videre.

Informant (09:08): I dag er det helt klart innenfor behandling av avfall, avfall som allerede har kommet inn. og da innenfor sortering av avfall. Altså du sorterer enten ut positivt eller negativt. Positivt er liksom når du sorterer ut det du vil ha, mens negativt er når du sorterer ut det som du faktisk ikke ønsker å ha inn i en eller annen strøm. Det er en viktig sak, vi kommer tilbake til akkurat det, men la meg først tenke littegrann over hele verdikjeden, altså robotteknologi innenfor innsamling kunne man også tenke seg hvis tenkte deg sånne returpunkter så bringe systemer som vi kaller det innenfor avfall, folk må ta avfalle sitt og

bringe det til et eller annet punkt, typisk sånn glasscontainer eller papircontainer eller noe sånt, men du kunne tenkte deg en sånn oppsamlingsplass som vi kaller returpunkt hvor folk bringer hva som helst så var det faktisk en robot som sorterte det der og da, ikke sant, inhouse, i en container la meg si det sånn, kunne du tenkt deg det? jeg har aldri sett det så det er sagt, men ja kanskje kunne det vært en anvendelse, men igjen det går på sortering, sant, ellers så har jeg sett en studentoppgave på youtube, det var fra chalmers university i Gøteborg er det vel, sammen med en del internasjonale studenter og andre fag. De utviklet en hente robot, det vil si et lite autonomt kjøretøy som plukker opp søppeldunk fra gate kanten, satte det på dette lille kjøretøyet, type satellitt kjøretøy, kjørte dunken til hoved kjøretøyet, vanlige renovasjonsbil og hengte også inn søppeldunken inn i bakstykke i renovasjonsbilen for at den skulle tømmes, sant, så da var den saken en liten sånn hjelper for renovatører som kunne liksom samle inn, sanke inn spann, dere kan se dette på youtube og dere bør se det også. Det viser også begrensningene, la meg si det sånn, det går fryktelig langsomt det hele ennå. Men de brukte også litt sånne droner for å rekognosere terrenget, hvor var det spann liksom, ikke sant, og hva veien dit var grei, ikke sant, at det satellitt kjøretøyet kunne komme frem, ikke sant. Ganske morsomt, de gjorde en fin oppgave og jeg vil si at “okey, jo dette er ikke godt nok for i dag, dette går for langsomt og sånn og sånn”, men viser okey kanskje en gang i fremtiden kan man bruke type støttekjøretøy som faktisk har en robot på seg fordi det var noen armer og greier som greip disse spannene, ikke sant.

Kristina (13:16): Men når du snakker om disse oppsamlingsplasser hvor det kunne være kjekt med roboter, hva ville det på en måte spart eller hva?

Informant (13:23): Altså, det er en service for innbyggerne. At innbyggerne selv trengte ikke å tenke over hva er hva og hvordan skal jeg sortere dette her, sant.

Kristina (13:36): er dette noe IVAR kunne ha investert i da eller?

Informant (13:41): Akkurat det er faktisk ikke IVAR sitt ansvarsområde, det er nemlig her i vårt område at IVAR er ansvarlig for håndtering av avfall, behandling av avfall, slutt behandling, mens det er kommune som fortsatt er ansvarlige for innsamling av avfall, så i så fall måtte egentlig Stavanger kommune eller en eller annen sett at “oi dette skal vi prøve ut en gang”

Anette (14:07): Er dette for å kunne erstatte søppelbilene i så fall på en måte?

Informant (14:10): Nei, ikke helt, fordi at noen må jo hente de tingen og fra dette returpunktet, ikke sant, altså det må jo hentes inn etter hvert. Men det var mer en slik tenkning rundt “ja, folk kan da bringe ting usortert til en eller annen bestemt plass i nærheten, og så var det da på stedet at noen gjorde den sorteringsjobben” og da kunne nok brukt robotteknologi, men dette er liksom, bare fantaserer nå, sant. Jo, du spurte om verdikjede, ikke sant, på innsamling og det er de to tingene som jeg kunne komme på på innsamling siden, ikke sant. På behandlings siden så er det sortering, sortering, sortering, sortering, sortering, negativ eller positiv sortering som er tingen, og der ligger PT, den største anvendelses muligheten på robotteknologi, så hvis jeg skulle tenkte enda lengre noe sånn som type avhending, altså slutt deponering eller noe sånt, eller forbrenning, da ser jeg egentlig ikke noe for øyeblikket, ikke noe sånne, hva skal jeg si, innsats muligheter. Men sortering, det er viktig for meg å påpeke det. Positiv sortering da går det jo ut på, altså du skal ta ut det du ønsker å ha, ikke sant, å det blir det fort mengder av, altså, då må du ha en type robot som kan yte mye, kalle det for omsetning, mye håndtering av avfall innenfor en kort tid, må være

kjappe, enten må roboten være kjapp å ta veldig mange småting, eller må roboten være sterk å ta relativt få men store ting, ikke sant, sånn at det blir mengder av det. Jeg ser visse muligheter der, men det kan vi komme tilbake til, men jeg ser kanskje faktisk minst like store muligheter på negativ sortering. Det vil si at, oi i en eller annen strøm, jeg skal bare forklare det med et eksempel, hvis vi med våre maskiner sorterer ut HDPE, High-density polyethylene, det er en bestemt plasttype, som man bruker på shampooflasker, zaloflaske, det er liksom HDPE. Og vi vil gjerne liksom ha rene typer med HDPE, men så kan det hende at i den strømmen vi har av HDPE som vi har sortert ut så ligger det silikontuber, sånn vi bruker innenfor håndverk og byggebransjer og sånn, liksom silikon og med rester av silikon kanskje i. Maskinen har gjenkjent HDPE som HDPE, som selve tuben består av det, men innholdet, silikonen er veldig skadelig av resirkuleringen av HDPE, når vi skal smelte opp HDPE og lage kuler utav det, så har denne silikonene sånne egenskaper der at den følger med i den strømmen og helt inn i plastkulene fordi vi kan ikke filtrere det vekk, men så ødelegge det for kvaliteten av disse plastkulene, altså at sluttproduktet som vi har. Det har veldig uheldige egenskaper og bittelitt silikon kan ødelegge veldig mye HDPE, ikke sant. Og da betyr det for oss, oi! da må vi kanskje få ut disse silikontubene, de må vekk, men hvordan skal du da få de bort når de på utsiden blir detektert som HDPE, ikke sant, med innholdet. Og da kan du bruke robotteknologi fordi disse sakene kommer forbi veldig sjelden egentlig, kanskje en gang per 10 minutter eller noe sånt kommer det kanskje sånne silikontuber forbi der, men vi vil gjerne ha dem ut, ikke sant. Så da kan det være at vi bruker, A; en sånn type sensor teknologi som gjenkjenner former, det er liksom punkt 1, sant, å da kommer vi tilbake til kunstig intelligens, altså du kan mate en slik AI maskin med masse bilder sånn at den kan forstå hva en er en silikontube, hvor en slik ser ut i ulike fasonger, i ulike stilling, hvordan den ligger, står, whatever. Sant, danne seg et litt sånn "fuzzy" bilde egentlig, det kombinert med en utplukk teknologi, altså en eller annen arm som plukker akkurat den saken ut, sant, og da er det sånn at det er negativ sortering, da trenger denne maskinen ikke stor, hva skal jeg si, sånn omsetningshastighet, trenger ikke plukke mange ting, men det er det viktige tingene at en tar bort. Det kan for eksempel være noe annet, batterier som vi vil ha bort fra metal, fordi lithium batterier er alltid en kilde for eksplosjon og brann og det vil du kanskje ikke ha i det metallet som du skal gjenvinne. Altså, alle andre typer farlig avfall, derfor sier jeg positiv og negativ det er to områder der. Sånn nå tilbake til studier.

Anette (21:00): Hvilke begrensninger opplever dere i dag med robotteknologi?

Informant (21:05): Begrensninger? Ja, da var jeg vel allerede litt inne på det når jeg nevnte den manglende hastigheten eller omsetning kapasiteten. Sånn sammenlignet med andre, altså NIR teknologi eller mekaniske sorterings varianter.

Anette (21:27): Så det er ikke noen ting fra kunder eller lover og regler for eksempel?

Informant (21:33): Nei, det er det ikke. Jeg ser heller ikke noe problem i dag med at maskinen kan være farlige. Altså denne maskinen slår ikke rundt seg lenger, la meg si det sånn hvis den går løpsk eller at du kommer borti den, og den dunker borti deg fordi den akkurat skal gjøre den bevegelsen sånn, alt det har man i dag egentlig kontroll over, altså innenfor robotteknologien at man kan stoppe maskinen hvis et menneske kommer for nært og sånt. Altså ikke sant, sånn arbeidsmiljømessig er det heller ikke noe problemer. Jeg ser som sagt dette med omsetning også er det fortsatt sånn at selve gripe teknologien kan medføre noen utfordringer. Gripe Teknologien er en sånn, noen type fingre eller noe sånt eller du kan gjerne bruke noe undertrykk, sugekopp variant. Vet ikke om det finnes sånn andre ting, magnet kan forsåvidt også ta hvis det var noe sånt, men når du griper ting innenfor avfalls verden så ligger disse tingene sammen med masse andre ting som du ikke ville ta ut. Det er

alltid en fare for at du ikke bare tar ut den ting som du vil ha, men også noe som ligger ved siden av, oppå, halvveis inni, som du også da tar med ut, også plutselig har du da annen ting inn i det som du har sortert og som du egentlig ikke ville ha inn der. Ikke sant, og så henger det kanskje også stropper, lange ting, strømpebukser halvveis på båndet, halvveis ligger det inne i den kassen hvor på roboten skal ha plassert tingene. Også, jeg kan godt tenke meg, hadde den roboten vært i drift en halv dag, ved et transportbånd og plukket ut ting. Så ser det ikke ut, for det er masse ting som ligger liksom trukket halvveis ut, med litt papir også løsner papiret underveis, den detter ned ved siden av..ja, ikke sant. Da ser jeg å fortsatt en utfordring, og det gjenstår og se, hvordan det går og hvor mye arbeid det ville være knyttet til å holde tingene reint, og tilstoppelse kan det da bli...men den gripe teknologien, la meg si det sånn hvis jeg skal ta det litt sånn på en positiv måte, man må sørge for at den gripe teknologien er veldig presise, ikke sant, veldig to-the-point og ikke gripe andre ting. Også ser jeg da å, ennå en viss utfordring, slik jeg har kjennskap til teknologi status, man bruker innenfor plukke roboter også et sted hvor man gjenkjenner ting også gir man da igjen beskjed til plukke armen, nå kommer det en ting som du skal ta ut. Nå kommer det ikke med på opptaket, men jeg skal vise dere, her er deteksjonsområdet, samlebandet går den vei, og her er roboten plassert, deteksjonen sier oi, her kommer det nå...la meg si en silikontube, så går robotarmen ned, og tar den. Den armen er per dags dato, stein dum. Den griper bare der, der den har fått beskjed om å gripe. Men mellom deteksjon og gripeområdet hadde det vært kanskje 1 meter, og hvis vi tar den silikon tuben, den silikon tuben har falt på samlebandet og kan begynne å rulle på båndet, rulle bakover, og det vil si at denne sensoren har sagt at silikontube den er der, men det stemmer ikke, den er der, altså robotarmen kan rett og slett bomme, og det kan være hvis det er ting på båndet som beveger seg, det kan også være lette ting, hvis det er plastpose som kanskje ruller litt bakover, man prøver å hjelpe seg med det at roboten igjen griper litt grovere, for å kunne få tak i det og ta et større grep. Men da er det fare igjen for at den tar med ting man ikke vil ha. Jeg ønsker meg en robot, som i griperen også har en type sensor som på en måte kan korrigere for ting som beveger seg også gjenkjenne den tingen, selve armen skal gjenkjenne den tingen som kommer. Men så langt har vi ikke kommet ennå. Altså, denne presisjonen av gripingen det synes jeg i dag er noe mangel og utfordringer.

Anette (28:40): I hvor stor grad er det viktig å oppgradere produksjonsprosessene? Svar fra 1 til 5, hvor 1 er i svært liten grad og 5 i svært stor grad.

Informant (28:53): Men oppgradere produksjonsprosessene, da må jeg igjen spørre hvor er du nå, i vårt sorteringsanlegg?

Anette (29.04): Ja

Informant (29.05): Vi snakker her nå på robot anvendelse på relativt store anlegg, med masse maskiner i, det er der hvor robotene kan nå i første omgang vil ha sin misjon. Ting går på samleband, alt beveger seg og igjen store mengder, i vårt anlegg begynner vi med 40 tonn per time gjennomstrømming, også blir denne strømmen delt opp i mange del strømmer så kommer vi kanskje ned på 2 tonn per time på noen maskiner og sånt, ting går forbi der. bygge sånne anlegg, med masse transport bånd, hvis vi nå i etterkant kommer på, jo vi kunne kanskje brukt en robot en eller annen plass, så må vi finne plass til det.

Anette (30.12): Men hvis du ikke tenker på robot, og tenker mer på dagens situasjon for dere, hvor viktig er for dere å oppgradere om det er robot eller om det er maskiner, eller

automatisering. Hvor viktig er det for dere generelt å bare oppgradere og holde det up-to-date for å si det sann?

Informant (30:26): Ja, altså da må jeg si at vi kommer nok hele tiden til å se på oppgraderingsmuligheter. Hele tiden, det er egentlig en stadiet sak, men du har investert i en viss type maskineri i dag som da skal fungere etter hensikten sann og sann, og denne maskinen må avskrives for å si det på denne måten, når jeg sa at en TOMRA maskin den koster 500 000 kroner, så må denne investeringen avskrives, den må fortjene sin berettigelse. Det vil gjerne si at da må du gå ut fra at denne maskinen skal gjøre sin tjeneste gjennom 10 år, bare for å si et sånt tall, det kan bety at vi finner kanskje en robot løsning som kanskje kunne gjort akkurat den jobben der den er bedre enn det maskinen gjør i dag, så ville vi kanskje ikke likevel investert i den roboten før den tiden har gått ut. Sunk cost, på en måte vi har foretatt en del avgjørelser tidligere, gjort investeringer, låst kapital og den kapital må først forrentes rett og slett. Med mindre den nye løsningen har såpass mye bedre ytelse at du vinner så mye i løpet av en kort tid at du kan si ja, da avskriver vi bare den skrote maskinen, den gamle. Men da må det være virkelig lønnsomt. Men ellers er det altså, når det gjelder avgjørelser om det passer inn i prosesser og sånt, så må vi hele tiden vurdere nye ting, jeg tror det kommer hvis jeg vinkler det inn mot robotteknologi igjen, jeg tror at robotene de vil komme som nye ting, altså du vil ikke erstatte det som du allerede har installert, men de vil komme på plasser hvor det skal utføres altså nye funksjoner, det blir en tillegg, med utgangspunkt sorteringsanlegget vårt, vi vil nok hele tiden vurdere om vi skal putte inn enda flere maskiner, noen plasser i anlegget for å oppfylle enda flere funksjoner. For eksempel dette med silikon tuber kan være en sann sak for oss, at vi finner ut jo det må vi ha. Rett og slett vi må, hvis silikontuber virkelig er et stort problem hos oss, vi er ikke helt klare over hvor stort det problemet er så må vi ha en eller annen løsning og ta vekk disse silikon tubene. Da kan robotteknologi være en, som sagt. Men det kommer som en tilleggssak og da må vi finne en plass fordi anlegget er engang designet sann og sann. Materialet skal gå fra den maskinen til den maskin, også går det liksom sann og sann og sann, også er det et stykke mellom den og den maskinen inn der, hvor vi kunne plassert noe nytt. Det må kanskje vise seg, vi kommer til å ha akkurat den problemstillingen helt konkret nå med dette samarbeidet med Robot Norge, vi har så å si bestilt en glass plukke maskin som skal ta ut hele glass og hele glass i restavfallet kan vi bare få tak i på et helt bestemt avsnitt i vår prosess, men akkurat i det avsnittet er det et samlebånd, et transportbånd som går A. gjennom en betongvegg B. så er det skrått oppover. Så er det for oss spørsmål, hva gjør vi nå? Plukke Roboten burde kanskje helst operere på vannrett, hvertfall hvis flaskene triller. For eksempel dette med trillingen, da må vi finne ut går det kanskje allikevel, kan den plukke fra skråbånd, eller må vi bygge om hele anlegget i det avsnittet, ha en ekstra runde med transportbånd hvor det er flat, eller må vi kanskje også gjøre opp transportbåndet bredere fordi det ligger for mye annet avfall i høyden oppå hverandre sann at glasset ikke synes, kanskje må vi spre all avfall på et bredere bånd for at det skal ligge mer spredt sann at glassene kan bli synlige igjen. Altså det er mange sanne ting som du da må finne ut av ut fra de eksisterende forhold som de er, så robot som type tilleggsfunksjon ja, det sier jeg ja absolutt, det kommer vi hele tiden til å se på men så har du den barrieren der at dette må passe inn i eksisterende og det vil nok Robot Norge møte hele tiden fremover iallefall hvis de skal inn i eksisterende anlegg med sine roboter. Jeg tror de vil være i stand til å selge seg inn med de funksjonene som de kan yte og sorteringsanleggene og andre, de vil etterspørre visse typer funksjoner som en robot kan oppfylle, men så står det fremdeles på det hvor og hvordan skal vi bygge dette inn. Det kan faktisk bety at ombyggingen blir så kostbart, altså det du må ellers gjøre at plutselig er vi på tre dobbelt pris av hva den egentlige roboten kostet. Men nå snakker jeg bare. Hvis jeg tenker

en marked for Robot Norge, det er veldig viktig at de kommer inn i markedet allerede i planleggingsfasen, før anlegget er bygget, mens anlegget er under konstruksjonen.

Informant (38:47): Var det deg jeg snakket med på telefonen? Jeg sa dette med PECS tror jeg, (konsulent).

Anette (38.53): Vi har prøvd å få tak i han, men han er litt vanskelig.

Informant (38:55): Det er veldig viktig for Robot Norge og selge seg inn hos sånne type konsulenter, som holder på med designet anlegg. Selge seg inn hos de private og offentlige aktørene som tenker over på å etablere et sorteringsanlegg. Der må man egentlig komme, ideelt sett.

Anette (39:35): Samarbeider dere med eksterne aktører ved innovasjon- og teknologiutvikling? Isåfall hvem og hvorfor? Nå har dere nevnt Robot Norge men har dere noen andre som dere samarbeider med ved innovasjon og teknologi?

Informant (39:52): Tenker sånn generelt, for det første tenker jeg IVAR, vann, avløp og renovasjon og innenfor avløp og vann kan det være samarbeid som jeg ikke kjenner til. Hvis vi ser på avfall siden, nei egentlig har vi ikke noe sånn den type samarbeid for flere av den type sak. Jeg må også si at med Robot Norge, det var litt tilfeldig i den forstand at jeg selv har fulgt utviklingen for robot teknologi og anvendelse av roboter innenfor avfallssektoren gjennom flere år også Robot Norge er ikke de første, la meg si det sånn og som engasjerer seg på det området. Robot Norge presenterte seg på et avfalls seminar her i Stavanger en gang og fortalte hva de er og hva de kan og hva de eventuelt også kan innenfor avfallssektoren. Også var det jeg som tok kontakt med de etter det. Fint at dere vil engasjere dere. Sånn ble det da. Men jeg selv har vurdert robotteknologi relativt lenge, helt fra de første maskinene kom på markedet og dere har kanskje hørt om ZEN ROBOTICS fra Finnland? Som har hatt noen år på seg, og jeg har også besøkt de, jeg har vært i Helsinki og sett på ting i nærheten. Men tilbake til spørsmålet jeg kan ikke si vi har samarbeid, for øyeblikket har vi ikke noen andre typer samarbeid.

Kristina (42.06): Når det foretas avgjørelser om automatisering, hva kunnskapskilder er viktige å ha i grunn? Da tenker vi for eksempel på dette med erfarne ansatte, kunder, eller samarbeid med universiteter. Hva tenker du?

Informant (42:30): I dette tilfelle må jeg kretse rundt dette med sorteringsanlegget, fordi det er det mest konkrete. Da var det i utgangspunktet, at jeg så i utlandet de første tegn på sorteringsanlegg for restavfall. Sortering, automatisering har eksistert helt fra begynnelsen av 1990 tallet, men da gjerne innenfor usorterte fraksjoner type bare sortering emballasje eller noe sånt. Også begynte man i begynnelsen av 2000 tallet, oi, nå er sorteringsteknologi blitt så utviklet at nå kan vi begynne å kanskje å sortere rett fra restavfallet og da var det i Tyskland to forsøk som så veldig lovende ut. Det la jeg merke til, også begynte jeg å tenke okei, det er kanskje noe for oss, men det falt meg eller oss ikke inn å springe til noe universiteter eller forskningsinstitusjoner fordi teknologien var der. Den var der i enkelte biter, det var mer snakk om å sette det sammen. Vi sprang egentlig relativt fort til en konsulent, og da er vi tilbake til (konsulent), og ba en konsulent om å utrede lønnsomheten og muligheter. Det vil dere få oppleve ellers, innenfor den sektoren vi snakker om, veldig mye av type tenking og nytenking blir da overlatt til konsulenter. Vi som bestiller det, den type oppdrag vi stoler på konsulentene, at de er i stand til å skanne markedet på en grei måte, men ved et så tidlig



tidspunkt når det er snakk om skal vi i det hele tatt bygge et anlegg ja eller nei, så går vi ikke hen og hva skal jeg si, utviklingsoppdrag til hver enkelt universitetet. Ja se på dette, hvordan kan vi anvende det? nei, her snakker vi om grunnlag for investeringer. Da forutsetter vi at du har kontroll over teknologien, det som er der, du forutsetter at du har kontroll over mengdene altså hvor mye avfall du skal håndtere og du forutsetter i grunn, er istand til å beregne priser og kostnader. Mens, kall det for utviklings aspektet er der ennå ikke i begynnelsen. Det kommer først når du har anlegget ferdig. Så, nå kunne det vært gjerne sånn at vi kanskje sitter inne med et behov, ooh, nå ser vi at anlegget fungerer sånn og sånn, fungerer ikke godt nok sånn og sånn på ditt og datt, vi burde egentlig kunne liksom håndert ditt og datt sånn også, men da kanskje, ja men her på universitet i Stavanger der er det noe folk som driver med det og det, det kunne kanskje vært en inngangsport til en løsning. Sant? Det vil komme nå, det kom ikke da vi tok investeringsbeslutningen men...

Anette (47:07): Vi må skynde oss, vi har 10 spørsmål ennå og vi har bare en halv time.

Kristina (47:14): Hvis vi går litt på miljø da, I hvilken grad legger dere da vekt på miljø når dere utvikler nye prosesser eller når nye ting kommer? Hvis vi igjen skal se skala fra 1 til 5, hvor 1 er i svært liten grad og 5 i svært stor grad.

Informant (47:30): Vi legger vekt på, vi har lagt veldig mye vekt på miljø som et rammeverk for denne investeringsbeslutningen. Nemlig, miljø aspektet kommer da inn at, målsettingen var da å sortere mest mulig brukbare ting ut av restavfallet som skal gå til materialgjenvinning og da først og fremst plast, sant, og vi har da altså gjort oss en miljøanalyse, altså på spesielt klimaregnskap på hvor mye avlaster vi klimaet ved å kunne materialgjenvinne ekstra mye sammenlignet med før situasjonen, ikke sant, altså vi får noe mer ut til materialgjenvinning sånn, ikke sant, og der ligger gevinstene, miljøgevinsten, sant. Men vi har ikke lagt så mye vekt på må jeg si, det har egentlig slått meg hele tiden selve byggefasen og sånn, altså det har kommet endel sanne miljøaspekter inn sånn, hva skal jeg si, tilfeldig er vel litt overdrevet, men altså vi har fått et grønt tak på selve anlegget, sant, sånn sedumtak som absolutt er et miljøtiltak, det har kostet oss faktisk noe ekstra å ta det, vi har også besluttet å bruke fjernvarme for oppvarming av det varme vannet som vi trenger for å vaske platen, ikke sant, også den fjernvarmen koster sannsynligvis litt mer enn hvis vi bare hadde brukt strøm på den prosessen, ja men vi har ikke vært så veldig opptatt av for eksempel hvor mye energi alle disse maskinene bruker som inni der, optimalisere selve ventilasjonen på at du skal bruke minst mulig strøm på det. Altså det er potensialer der som ikke er blitt, hva skal jeg si, utløst. Ja, må bare bli liksom ferdige med et anlegg, ikke sant, innenfor en kostnadsramme.

Kristina (50:10): dette blir kanskje litt repetisjon, men når dere da planlegger å forbedre produksjonsprosessen, det blir jo litt av det samme, dette med innovative løsninger da inne i prosessene, så er det hvordan går dere frem for å finne nye og innovative løsninger?

Informant (50:29): Ja, altså jeg tror veldig mye av det vil være behovsbasert, det vil si, at vi ser et problem og vi må da ønske å finne en løsning og gå ut liksom å prøve å finne ut er det noen som kan løse dette problemet, ikke sant, i mindre grad men i noen grad vil det nok også skje at det er litt sånn tilbudsrevet, altså la meg si det sånn at når vi har fått øynene opp at robot teknologien finnes og sånn, okey da kan vi da begynne litt sånn "hva kan vi bruke det til?", og denne prosessen har faktisk blitt iverksatt hos meg og noen andre som driver med sorteringsanlegg. Vi har litt sånn konfrontert med den type teknologisk løsning også begynner vi selv å tenke litt "okey, ja," da har vi i første omgang tenkt "okey, hva vi kan

bruke det til det, men kan vi ikke bruke det til noe annet også?”, og det skjer, ja. Men i hoveddrivkraften er egentlig behovet, problembaserte.

Kristina (51:56): jeg ser nå at det er mye sånn, litt repetisjon, men er robotisering en ettertraktet løsning for avfalls- og renovasjonsbransjen?

Informant (52:06): jeg, mitt inntrykk er, og nå snakker jeg på vegne av renovasjonsbransjen, er at det er veldig mye positivitet nå i renovasjonsbransjen overfor robotløsninger. Altså det er nå veldig mange som har fått sett her og der, har hørt om og orientering om at her finnes det løsninger sånn og sånn og sånn, og jeg tror det er mange innen for avfallsbransjen nå som ser positivt med spenning på om på området. Og renovasjonsbransjen er preget av ingeniører, det må jeg bare si, jeg selv er ikke ingeniør, jeg er faktisk geograf av alle ting, og de tenker veldig, hva skal jeg si, those respons, veldig sånn lineært, ikke sant, også så ser de okey, jo den og den utfordringen kan robot løse denne utfordringen, ja/nei, ikke sant. Og begynner å tenke veldig rasjonelt rundt det hele, det blir ikke noe sånn type forkjærlighet for “oh! nå må også vi ha en robot” sånn blir det ikke. Det blir “what's in it for me?” beregne det får vi noe liksom ut, sånn er det, men som sagt det er en positivitet nå for øyeblikket nå i markedet, det er det. Noen for det første har jo allerede liksom rundt om i Europa og USA og sånn har liksom brukt de, det vet avfallsbransjen, også “okey, ja”.

Kristina (54:06): Hva skal til for at robotisering kan være aktuell da.

Informant (54:10): Ja men jeg har jo tid til halv 11.

Anette (54:12): ja men du har svart på den allerede, tidligere, så du skal slippe å ta den en gang til.

Kristina (54:17): hvis ikke det er noe du vil tilføye på altså ønsker til robotteknologien? nå har vi jo vært veldig mye på....

Anette (54:23): den griperen armen og sensoren i armen, det var den vi var inne på.

Informant (54:27): Ja okey.

Kristina (54:33): Ja altså, hva skal til for at robotisering kan være aktuell for deres bedrift? eller deres, eller hva skal man si.

Anette (54:41): men det har han også kanskje og svart på.

Informant (54:42): det har vi og vær innom, ikke sant, vi må se behovet og så må det liksom også være plass ut fra en gitt situasjon.

Kristina (54:58): Så er det hvis vi går litt tilbake til kunstig intelligens, har dere noen motivasjonsfaktorer for å da implementere disse maskinen med spesifikk kunstig intelligens, kunne det vært noe?

Informant (55:12): en spesiell motivasjonsfaktor, nei for meg er da det som dere kaller kunstig intelligens bare en måte å bearbeide sensorbaserte data på. Jeg tror og at det begrepet “kunstig intelligens” er for øyeblikket brukt innenfor, kall det for robot sektoren, litt sånn brukt som en salgs faktor, fordi kunstig intelligens høres veldig avansert og flott ut, jeg er

ikke helt sikker om det som brukes i dag innenfor robotteknologi om det virkelig kan kalles for kunstig intelligens. men la oss si det sånn, ikke sant, altså det å gjenkjenne former og farger og det her, ut fra 10.000 bilder som du har tatt av en eller annen bestemt type gjenstand. Ja det er altså veldig stor regnekraft som ligger bak det for å lage seg et sånn omtrentlig bilde, som maskinen gjør, ja men for meg er det egentlig, hvis dere bare koke det ned, er det bare en type databehandling. Så lenge ikke denne robot maskinen går i en dialog med meg og liksom vil forhandle med meg om hva han skal gjøre i dag eller i morgen så, men jeg er helt klar over, A, på sensor teknologien skjer det veldig mye både altså nye type data som du kan få inn også med hensyn til at den type sensor blir billigere og billigere, det er også et veldig viktig aspekt, ikke sant, at de blir konkurransedyktige. Også er det data arbeidskapasiteten, behandlingskapasiteten, nei altså den har blitt større og større. Datamaskinene har jo blitt bedre og bedre og bedre til å kunne bearbeide veldig mye bare innen veldig kort tid som igjen kommer, hva skal jeg si, den menneskelige hjernen da nærmer, det er sånne rent tekniske forutsetning da, ikke sant, og det er vi nå inne i en sånn fase nå hvor akkurat det skjer, veldig sånn sterkt. Nå ble det sånn veldig flotte og interessante løsninger nå plutselig.

Anette: (57:55): Men er dette motivasjonsfaktorer for å vurdere dette for IVAR?

Informant (57:59): ja altså, motivasjonsfaktoren er at jeg forventer rett og slett at disse løsninger fra robot siden de kommer til å bli bedre og bedre og bedre framover, ikke sant, altså det er igjen et sånn positivt syn på den greien da. Det kommer til å skje veldig mye og nå har man allerede kommet så langt at jeg har tiltro til de folkene hos RobotNorge at de klarer å få fram løsninger, det er også et poeng fra deres side, de ønsker jo faktisk å levere skreddersydde løsninger, ikke sant, og jeg tror både teknologien og deres kompetanse har kommet så langt at de klarer å levere sånne løsninger, ja. Det var jo mitt perspektiv, altså.

Informant (59:08): men bare for å, jeg vil gjerne si, kanskje, det som er barrieren for RobotNorge for å komme inn i avfallsmarkedet hvor jeg absolutt ser et behov, det er jo at de ikke kommer fra avfalls siden, de har ikke noen kunnskap er jo det ene, ikke sant, de vet den dag i dag ikke hva som foregår innenfor et avfallsbehandlingsanlegg og hvor ille det kan være og de har ikke allerede noen eksempler og vise til, ikke sant, de har ikke levert noe. Så det kan godt være at vi, at det blir dyrekjøpte erfaringer, for å si det sånn, hvis de skulle installere et eller annet hos oss. Da kommer du plutselig med alle disse aha opplevelsene "oi! her er det mye støv og her er det ting som ikke passer liksom, som flyr rundt og, hele tiden går sensoren i svart fordi, at den ser ikke lenger fordi det er så mye støv foran linsen" sånne ting. Så det er liksom deres barrierer å komme inn i avfallsmarkedet er altså de har altså ikke ennå noen standing i avfallsbransjen, altså de har ikke forankret der, de kommer fra utsiden. Men det er litt spennende, synes jeg da, at de ønsker å komme inn der. sånn tilbake til....

Kristina (1:00:49) Jeg føler at vi har vært borti denne, men....

Anette (1:00:54): Altså dersom dere skulle ha kjøpt en robot hva skulle denne ha gjort, hvis dokk ser vekk fra kun sortering av glass? kunne det ha vært en annen type løsning på robot som kunne vært aktuell for dere eller en arm eller er det kun sorteringen?

Informant (1:01:08): Det er sorteringen, for øyeblikket er det ikke noe andre anvendelser. Det blir litt mer sånt teoretisk. Vi produserer jo nå mange baller, med det mener jeg sånn en gang og engang 20 meter sammenpresset vare av papir, av papp, av drikkekartonger, av pizzaesker, av HDPE, av PP, av PS altså noen sånne plastballer de kommer ut av to

ballepresser heter de i sånne lange remser kommer de ut, og disse ballene må da via gaffeltruck, plasseres i et mellomlager og en eller annen gang fra dette mellomlageret enten oppå en lastebil liksom for å bli sendt ut eller inn i vårt plastveske anlegg. Man kunne jo kanskje tenkt seg en gang at denne håndtering prosessen, disse ballene, fra balle presse og helt kanskje inn i en lastebil, kunne blitt automatiserte. Altså, at denne gaffeltrucken er i stand til å gjenkjenne hva slags materialet skal være håndtert og hva slags baller det er, det er punkt en ikke sant, også sette den på den rette plassen på mellomlageret og senere når det kommer en bil som skal hente ditt og datt, også ta faktisk med eller mindre automatisk kanskje laste på bilen, sånn at vi har minimalt igjen med folk egentlig. Kan være ja, uten at dette med sikkerhetsaspektet og alt mulig rart.

Kristina (1:03:42): Da kan vi se på pris, hvis dere skulle ha investert i robotisering hva ville realistisk pris vært for dere? Det kommer sikkert veldig an på igjen hvor denne skal implementeres. Som du sier så koster det en halv million..

Informant (1:03:57): Disse NIR maskiner ja, igjen A. det kommer an på omsetningen. Hvis vi trenger en robot, som skal igjen ta dette med glass, plukke ut glass, okey vi vet at i restavfallet ligger det sånn ca 1500 tonn med glass, roboten klarer kanskje å plukke ut 1 000 tonn med glass, dette glasset ville ellers gått inn i forbrenningsanlegget til slutt fordi vi ikke hadde sortert det ut. Da hadde vi betalt for 1 000 tonn med glass, 1 000 kroner per tonn. Da blir det 1,5 millioner kroner i bare glass forbrenning utgifter, det er liksom den ene biten, også når vi har plukket ut glass, så kan vi selge det glasset til en fabrikk i nærheten av Fredrikstad, som er den eneste som tar inn mot returglass i Norge, og får betalt bittelitt, ikke mye, la meg si 100 kroner per tonn. Så her har vi et regnestykket, en robot kan ta ut 1 000 tonn med glass, jeg sparer på de 1 million kroner i forbrenning fordi jeg har tatt det ut, også får jeg i tillegg 100 000 kroner for glasset, det er 1,1 million kroner. Okey, en robot koster meg ut fra robotnorge det koster meg kanskje 700 000 kroner + ombygging koster meg 1,5 millioner kroner, rundt ombygging og alt det der, det ser veldig lønnsomt ut. Hvis Robotnorge hadde sagt til meg, ja denne roboten koster 1 million, så hadde jeg kanskje sagt ja, det tar jeg. Det kommer an på rammebetingelsene rundt, hvis det dreier seg om å ta inn en robot som ikke skal sortere positivt, som skal sortere negativt så må jeg se i forhold til hvilken skadepotensialet kan jeg unngå, igjen den roboten skal ta ut silikontuber og det er bare i sum i løpet av 1 år, 1,5 tonn med silikon tuber, hver dag hadde den tatt ut 28 silikontuber og ikke noe mer, en robot er ganske ubevegelige egentlig, og gjør ingenting, ja vel på silikontuber ligger ikke det noe inntekter som man kan regne opp mot, men jeg hadde unngått at, igjen nå sier jeg bare et tall at 200 tonn med HDPE har blitt forurenset, denne HDPE en istedenfor å kunne selge den for 300 euro tonn, så fikk jeg bare 200 euro per tonn fordi det var forurenset med. Så begynner pengene igjen å, okey, 200 tonn med HDPE hvor jeg har spart eller fått mer inntekter på 200-300 kroner euro per tonn, så blir det plutselig penger ut av det. Da er det kanskje fornuftig å bruke, å betale en viss pris for denne maskinen, men altså det vil hele tiden være sånn type regnestykker, som vil gjøre det at vi kommer til en investeringsbeslutning gjerne ja/nei og hva vi er villige til å betale. Det kan i fremtiden være at en sånn investering ja/nei vil være basert på et statlig pålegg. Altså, hvis staten skulle si at ja du skal ta ut batteriene fra avfallet ditt, da må vi finne en eller annen løsning på det og da kan robot igjen være en veldig grei løsning til å gjenkjenne batteriene som ligger der løst. Da må jeg bare betale det det koster. Da kommer vi uansett til å tape penger, men allikevel kanskje robot teknologien er den billigste løsningen for å gjøre den.

Anette (1.09.53): Nå er vi egentlig ferdige med spørsmålene, men vi lurte på om det var noe du mener vi burde vite i tillegg som vi ikke har dekket?

Informant (1.09.58): Nei, det kommer ikke jeg på sånn i farten

Kristina (1.10.04): Jeg har gjerne et spørsmål til som jeg tenker kunne være litt interessant, sånn i forhold til at du har vært i Finland og sett på dette med ZEN ROBOTICS, og vi skal fokusere på Norge i denne oppgaven, men mange andre land har kommet mye lenger enn Norge.

Informant (1.10.22): Nei, ikke relativt sett. Du vil nok finne en del anvendelser i USA og i Sveits, Tyskland, Japan og Nederland, Sverige for å nevne hvor det er installert utstyr. Men igjen sett i forhold til innbyggertallet i Norge, så tror jeg at Norge er en veldig interessant land, og det har med det å gjøre at vi er i en fase hvor mye sorteringsteknologi kommer til å bli installert i årene framover, det er flere sorteringsanlegg under planlegging og det vil komme enda flere, det tror jeg, Norge er i sånn måte et interessant marked akkurat nå, en voksende marked og på grunn av de høye lønnskostnadene som vi har. Så er det hele tiden den driveren at dette skal automatiseres og vi skal ha minst mulig folk. Når vi snakket om dette med eksempelet av gaffeltruck som skal håndtere baller og sånt, jo det går egentlig ut på å spare inn et årsverk/en person. Det er der det ligger. Men altså jeg tror markedet er interessant spesielt når denne, når det vil komme flere anlegg og man da kan komme inn på et tidlig tidspunkt før anlegget er ferdige. Så tror jeg nok at Norge ligger ikke akter på en måte, tvert om ville jeg nesten sagt. Åpenheten for, interessen for og bruke mer automatisering inkludert robotteknologi, det er akkurat nå veldig godt til stedet. Men for å ha litt perspektiv, det er nå etablert to sorteringsanlegg for restavfall, det er noen få private anlegg som for eksempel norsk gjenvinning som også sysler med tanker om automatisering, innenfor papirsortering og sånt, hvor dette kan være aktuelt. Men så er det en 5, Østfold, vestfold, Trondheim, Ålesund. 4 sorteringsanlegg som er på tanke og planleggingsstadiet og da vil jeg tro at vil avstedkomme enda en 4, kanskje 5 med tid og stunder av type anlegg som vi har. Det kommer potensialet, i størrelse rundt 10 sorteringsanlegg for restavfall fra husholdninger, så vil det noe smitte over på næringsavfall siden også, det tror jeg. Der ligger det kanskje 10 anlegg, da har vi 20 anlegg som alle har et potensialet for å få installert to, tre, fire robot anlegg. Da er vi oppi sånn størrelse 100 stk avfalls robot.

Kristina (1.14.41): Men blir da alle disse robotene installert av de norske selskapene?

Informant (1.14.46): Nei, nå snakker jeg bare om en slags markedspotensialet innenfor denne såkalte avfallsektoren. Dette potensialet vil bli i løpet av de kommende 10 år. Snakker ikke om 20 år, 30 år men det er det som jeg mener at det kommer i de kommende 10 år. For å nevne et eksempel, Oslo investerte for 8 år siden stort i et sorteringsanlegg, såkalt optibag system, det vil si da sorterer man fargede poser, altså etter farger. Folk skal putte avfall, ulikt type avfall, plast, papir, matavfall inn i ulike poser med ulike farger inn i samme dunk. Det blir da kjørt til et sorteringsanlegg, som sorterer disse posene ut igjen. Det fungerer jeg ville sagt dårlig. Folk ikke nødvendigvis bruker disse posene, men putter bare ting sånn løst i restavfallet fordi de ser alt går inn i samme bil og de er ikke helt overbevist om at dette kommer til å bli sortert igjen. En del av posene de åpnes også underveis, under behandlingen og ting som ligger løst på samlebånd utenfor posene blir ikke sortert ut fordi maskineriet bare, den så å si dumme sorteringsmaskinen, de bare sorterer etter farger og hele poser. Oslo har jo da fått på restavfall siden innsamlingsresultat som ligger på halvparten av det som de hadde forventet. Men de har investert stort i hele det opplegget og foreløpig må de egentlig bare avskrive anlegget før de kommer ut av det og sier, nei nå skal vi bygge ut et nytt sorteringsanlegg. Jeg er helt overbevist om at det kommer, men på grunn av politiske grunner

fordi de investerte så stort så kan ikke ennå ikke gjøre det nå. Men det kommer. I Bergen og i Kristiansand området de har bygget dyre forbrenningsanlegg og de har for lite avfall inn til de forbrenningsanleggene allerede, og de ønsker ikke at enda mer avfall blir sortert vekk fra restavfallet, at det blir enda mindre som de leverer til sine respektive forbrenningsanlegg. De sitter igjen med sunk cost, kostnader knyttet til forbrenning. Også der vil det skje sånn at de må gi seg en eller annen gang. Fordi nå kommer det fra regjeringen sin side, vil det komme krav om minst 70% utsortering av matavfall til kommunene og minst 70% utsortering av plast og min påstand er at 70% utsortering av plast klarer du ikke med kildesortering. Det klarer du ikke, inn i noen tilfeller på landet ja, men i byene nei. Folk er ikke gode nok til å følge så godt opp og det betyr at flere steder i landet de kommer til å gå hen og utover de 4 som jeg allerede sa er under planlegging, jo vi må nok gå inn og bygge noe automatiske sorteringsanlegg. Store investering, mange millioner kroner, da må du også ha mengder inn. Det må lønne seg. Her dekker vi, Ivar området, Ryfylket også ned over Dalane, Flekkefjord ned til Lista, Farsund. Alle de kommer til å levere til vårt sorteringsanlegg. Da dekker vi 420 000 innbyggere med våre sorterings tjenester. Noe sånt må du ha for at et sånt anlegg skal kunne driver lønnsomt og på en fornuftig måte. Derfor blir det ikke så voldsomt mange steder i Norge, ikke sant at du kan altså dekke med 10 sånne anlegg nesten hele befolkningen. Det med marked perspektivet, også tenker jeg okay, husholdningsavfall altså næringsavfall omtrent like mye næringsavfall hvertfall i Norge som husholdningsavfall. Da tenker jeg hvis du trenger 10 sorteringsanlegg på husholdningsavfall siden da trenger du kanskje å 10 sorterings avfall på næringsviden.

Anette (1.21.06): Er det ikke mye gjenvinnbart på næringsviden enn husholdning?

Informant (1.21.10): Nei, altså nei egentlig ikke. Det er kanskje litt mindre blandet, la meg si det sånn, litt renere ting. Potensielt litt mer å hente ut derfra, ja det kan være Men da kommer vi liksom inn på deres hovedspørsmål om innovativitet og hva som driver innovasjoner. Vi innenfor det offentlige har faktisk et greit forhold i den forstand at vi vet hvor mye avfall vi kan få tak i og til syvende og sist er det innbyggerne som må betale for det det koster å håndtere avfallet på en miljøriktig måte. Vårt marked er relativt sikkert, en nærings avfallsaktør jobber innenfor et konkurranseutsatt marked. Det vil si at hvis en næringsaktør som Norsk Gjenvinning skal bygge et sorteringsanlegg for næringsavfall så må den alltid passe på at det anlegget ikke blir for dyrt fordi, vi snakker hele tiden om en avgift når du leverer restavfall inn i sorteringsanlegg så må noen betale en avgift. Det koster å sortere. Hvis den avgiften til Norsk Gjenvinning blir for høyt, så mister faktisk Norsk Gjenvinning kunder fordi Norsk Gjenvinning vil gi de avgiftene de kostnadene til sine kunder, noen må jo betale for det, men hvis det da andre konkurrenter som sier nei hos meg betaler du bare 4 000 kr i året og hos Norsk Gjenvinning må du betale 4 500 kr for å bli kvitt avfallet ditt. Så mister Norsk Gjenvinning den kunden, derfor når private går inn og tar avgjørelser skal vi liksom investere i et automatisk sorteringsanlegg så er det enda mer avhengige at dette skal lønne seg. De tenker seg kanskje enda mer om før de installerer en robot enn vi gjør innenfor det offentlige. Hos oss kan det være sånn at jo det går helst bra, hvis det går galt så må desverre innbyggerne betale mer i renovasjonsgebyr. Men det er faktisk sånn i det området her, egentlig de offentlige avfallsaktørene, de har bedre forutsetninger å drive innovativt enn private. Det er litt sånn om hvordan ting henger sammen. På den andre siden kan det offentlige være litt treigt, alt må være regelbasert og ting må legges gjennom og må være ferdig utredet. Den private kan si, ja det gjør vi. Dette ser interessant ut. De kan gjøre det på denne måten.

## Interview 2: Ragn sells (Skype)

Anette (00:02): Då var det første spørsmålet hva er din nåværende stilling og hva ansvar innebærer stillingen? - Er du involvert i utvikling av nye tjenester, produkter eller prosesser?

Informant (11:40): Ja, min nåværende stilling er [stilling] i Ragn sells. jeg har ansvar for all produksjon og inngående logistikk i hele Norge, det er sånn i hovedsak hva jeg gjør. når det skal utvikles teknologi så jobber jeg tett sammen med teknologi og utviklings direktøren vår, men jeg er jo svært tett opp mot det med implementering av ny teknologi, ofte kommer jo incentiver fra oss i drift. Så får håpe det var svar på spørsmålet sånn noenlunde.

Anette (00:59): Ja, då er du i allefall involvert i det vi lurer på

Informant (01:03): jaja det er jeg.

Anette (01:04): Okey, da kan vi gå over på dagens situasjon, Bruker dere noen roboter i dag i deres produksjon? med eller uten kunstig intelligens?

Informant (01:13): Nei, det gjør vi ikke.

Anette (01:17): er det en grunn for at dere ikke bruker det?

Informant (01:21): Ja, det er det jo. det jeg tror, altså hovedgrunnen er kostnader, kost nytte, altså vi sliter litt med å få dette til å gå helt i hop, men når du spør om roboter da spør du om all mulig sensor og sorteringsteknologi eller snakker du om disse robotene med armer som plukker avfall?

Anette (01:46): generelt roboter, altså hvis du tenker bort i fra en maskin men frem til en robot på en måte.

Informant (01:53): Ja, altså alle automatiserte sorterings teknologier?

Anette (01:57): Ja

Informant (01:58): Ja, nei altså, vi jobber med å prøve å utvikle et robot sorteringsanlegg på papirsoringsanlegg vårt. og vi har sett på robot sortering i form av sånne roboter som plukker større gjenstander ut av avfallet, det finnes for meg bekjent, bare to oppegående leverandører av det i dag. og vi har fulgt de siden 2010, tenkte jeg første gangen og utfordringer er at det har vært veldig kostbart for dette er jo utvikling, det andre er det at vi har satt opp den type for sorteringsanlegg som et sånt et sånt robot anlegg trenger fordi at den skal jo sortere i blandet avfall, for hvis du skal sortere på blandet avfall så må du få ut det som er tredimensjonalt, det som går an å plukke på, for det som er flatt, altså papp, plast og papp og sånn klarer ikke disse robotene å dra ut og så må du også greie å få ut alt finstoffet, så det er en forstortering som gjør at det blir en viss andel tredimensjonalt igjen av blandet avfallet og den andelen den er ganske lav, overraskende lav faktisk, sånn at når vi kjørte det forprosjektet så fant vi ut at vi hadde for lite tredimensjonalt på den "sighten" til å kunne gjøre en investering. Så det vi ser på nå er å implementere den for sorteringen flere steder i landet og kunne samle tredje mengden som blir til ett stort sorteringsanlegg. Så vi jobber med saken med robot sortering i form av sånne klyper som drar opp, drar ut blandet avfall da. Men det er nok enda 1 år eller 2 før vi kommer til skydd tror jeg.

Anette (04:18): Bare en liten oppfølging til dette spørsmålet, er dette planlagt i heile landet eller bare spesielle regioner for dere?

Informant (04:26): I all hovedsak på Østlandet, fordi vi må ha tilgang på mye avfall og da er det her det er mye avfall.

Anette (04:32): det er greit å vite.

Informant (04:34): kan selvfølgelig også være aktuelt i Bergensregionen.

Anette (04:39): Okey, hvor i verdikjeden er det mest nyttig å innføre roboter per i dag? Altså på innhenting eller under produksjonsprosessen eller til pakking på slutten?

Informant (04:51): vi pakker ikke så mye så det er jo i produksjonsprosessen i all hovedsak, og rent konkret så er det som er mest utviklet er papirsortering, det er hylleware i dag, veldig enkelt.

Anette (05:10): Hvilke begrensninger opplever dere med robotteknologi i dag? du har nevnt litt med kostbarheten men er det andre ting du kan tenke deg, for eksempel som at det er noe kundene kreve eller at det er Lover og reguleringer, at "Råstoffer" deres kanskje trenger det?

Informant (05:26): altså vi jobber hele tiden med å få økt materialgjenvinningsgrad og det ønsker kundene våre, det ønsker det offentlige, det er lovkrav om materialgjenvinning, men det premieres ofte i samfunnet forøvrig hvis man klarer å få til mye materialgjenvinning og kundene våre setter jo pris på det.

Anette (06:00): Så da er det flere motivasjonsfaktorer og slik, men har du noen begrensninger for robotisering utenom kostnadene som du synes?

Informant (06:10): Nei, det er kun kostnader, vi ønsker å automatisere bransjen.

Anette (06:15): Ja, så det har ingenting med for eksempel på effektiviteten på den eller slike ting som du synes kan være en begrensning?

Informant (06:20): Ja, altså det henger sammen med kostnaden, ikke sant, for hvis den ikke sorterer fort nok så blir det i forhold til per tonn, så vi vurderer jo alt per tonn, det er det vi driver med.

Anette (06:31): Ja den ser jeg. I hvor stor grad er oppgradering av produksjonsprosessen per i dag hvis du skal skalere det fra 1 til 5?

Informant (06:42): nei jeg synes hele avfallsbransjen er på 2

Anette (06:46): på 2?

Informant (06:47): hehe ja, det er dårlig.

Anette (06:49) hvordan det?



Informant (06:51): nei altså grunnen til det er mange, men utstyret er dyrt og kundene alt i fra kommunale til private er ikke villige til å betalte litt ekstra for å få bransjen over i den situasjonen.

Anette (07:11): Men da snakker du om hvordan situasjonen er i dag, men i ditt eget perspektiv, er det viktig egentlig å oppgradere mer synes du?

Informant (07:19): ja jeg tror det er veldig viktig, skal vi få til den, altså vi har gjort mye innenfor materialgjenvinning innenfor det siste 10-15 årene, men skal vi komme oss videre nå så må vi bruke teknisk utstyr, vi har gjort masse ute hos kunden, ikke sant, før så hentet vi bare avfall og kjørte det på deponi. Nå sorter jo kunden for oss veldig mye og vi betaler jo kunden for de varene vi synes er bra, men denne strikken har på en måte strukket så langt at det ikke er så veldig mye mer og hente, hvertfall ikke på næringskunder. Så jeg tror nok at hvis vi skal videre nå så må vi sortere mer av avfallet på anleggene våre og da må jeg ha rett utstyr til rett pris også må kunden kanskje i en periode være villig til å betale for at vi kommer i gang med det. Ja.

Anette (08:15): Ja det er vel det som er ulempen med å være privat kontra kommunalt.

Informant (08:19): Ja, det er jo det. Hele tiden, men det er jo klart at vi har en dialog med en del kommunale aktører som er interessert i å betale litt ekstra for å få ting til, så, det er nødt til å være et samarbeid med både offentlig og privat.

Anette (08:38): Det kommer jeg til faktisk nå, har dere noe samarbeider dere med eksterne aktører ved innovasjon- og teknologiutvikling? i så fall hvem og hvorfor?

Informant (08:47): Ja, vi har et samarbeid med "Vesar" som er interkommunalt selskap i Vestfold og det er vel det eneste vi har et veldig tett samarbeid med for å prøve å utvikle nye løsninger.

Anette (09:02): Ja, da er det jo med fokus på innovasjon og teknologiutvikling dere har et samarbeid om?

Informant (09:05): Ja. det er det, det er det.

Anette (09:06): Ja, men det er jo bra.

Kristina (09:09): når det foretas avgjørelser om automatisering, hva slags kunnskapskilder er viktige å ha i grunn for dere da? er det erfarne ansatte eller for eksempel leverandører, samarbeid med universiteter eller andre ting?

Informant (09:26) Nei, for oss frem til nå så er vel det aller viktigste er å ha en god leverandør, vi jobber tett med våre leverandører hele tiden for å se både nytt utstyr og annet, sånn at leverandøren har vært viktigst. mm.

Kristina (09:46): Så da er det leverandørene i hovedsak ja.

Informant (09:49): Ja, de er det viktigste.

Kristina (09:51): Det er det viktigste.

Kristina (09:54): Også når det kommer til miljø da, i hvilken grad legger dere vekt på miljø når dere utvikler nye prosesser? hvis du igjen skulle ha plassert deg litt på skala da bare for å starte der.

Informant (10:07): Da synes jeg vi er en veldig god 9er.

Kristina (10:11): Ja, kjempe fint.

Informant (10:12): Ja, fordi at det hensynet tar vi i veldig veldig stor grad, og det er ikke bare fordi vi ønsker men det er også fordi vi må, fordi at kravene til vår drift fra både samfunnet og fra fylkesmenn som er vår tilsynsmyndighet blir bare strengere og strengere og det er ikke noe vits i å prøve seg en gang å lure seg unna, fordi at da blir du tatt og i tillegg så synes ikke kundene våre det er noe særlig. Så der er vi ganske gode når vi gjør endringer.

Kristina (10:44): mm, det er veldig viktig

Informant (10:47): Ja.

Kristina (10:48): Ja, kan du forklare litt mer for eksempel hva?

Informant (10:51): nei altså det går jo på å bygge ting innendørs, sørge for at man har et avløpssystem som er 100%, altså hvis man har aktiviteter som for eksempel som avgir noe lukt for eksempel så må vi sørge for at det hensyntas på en god måte sånn at du ikke har forurensninger rundt naboer og etc. for bil parten har vi begynt å kjøre elektrisk, vi har 1 bil som går i Oslo nå og vi har 1 trekkvogn til på veien, vi bruker også bio watts biler, ikke sant, så miljø for oss er veldig veldig viktig.

Kristina (11:33): men det er jo kjempe bra, så når dere går frem eller planlegger å forbedre produksjonsprosessen hvordan går dere da frem for å finne nye og innovative løsninger?

Informant (11:47): Vi reiser jo mye i verden å ser på hva våre, altså ikke konkurrenter men folk i samme bransje gjør, vi deltar på mye konferanser og hører om ny teknologi og vi tenker selvfølgelig selv. Vi ser på de kravene vi har, samfunnet har, eieren vår har holdt jeg på å si og myndighetene og ser hva vi må ha som et minstekrav. Så vi researcher holdt jeg på å si, nesten over alt og vi bruker selvfølgelig leverandører og også konsulenter.

Kristina (12:33): Hvis vi går tilbake litt til robotisering igjen da, tenker dere da at det er en ettertraktet løsning for avfalls- og renovasjon bransjen i fremtiden?

Informant (12:42): Ja, det tenker vi.

Kristina (12:49): på hvilken måte vil det være ettertraktet?

Informant (12:52): Nei, altså jeg tror at det kommer til å bli spesielt inne på anleggene så tror jeg flere og flere prosesser kommer til å bli automatisert, men når det gjelder logistikken så tror jeg det er en liten stund frem til vi har selvgående biler og selvgående automatisk tømning, Norge er et lite humpete land så det tror jeg ikke er veldig lett, men jeg har jo sett at det er vert gjort på en gate med et rett strekk og beholderne står helt ideelt opp plassert,

men det er nok ikke noe som blir i fullskala i morgen, men at det kommer, det kommer helt sikkert.

Anette (13:34): Eg har et lite spørsmål i forhold til når dere prøve å finne nye løsninger for innovasjon, dere bruker ikke konsulenter gjør dere det?

Informant (13:43): Vi bruker konsulent, men i relativt liten grad.

Kristina (13:52): Hva typer ønsker har dere eller stiller dere til robotteknologi?

Informant (13:59): Nei, altså det er selvfølgelig effektive løsninger som klarer å sortere ut det som skal sorteres ut, at vi får en renhet i materialet fordi at, vi leverer jo nå varer på et råvaremarked og det råvaremarkedet blir mer og mer kresne i forhold til kvalitet, så når vi leverer papir for eksempel så vil de gjerne ha det 99% reint og når du kommer fra avfall som inneholder drikkekartonger og papp og alt mulig rart og skal lage 99% rent papir så er det, det er kostbart, fordi det holder ikke med en robot, du må ha mange for å få det til, så det er jo klart at effektiviteten, når du gjennom 1 så kommer du på en visst nivå så må du ha en til og en til og en til, så jo bedre den er jo færre roboter trenger vi. også er det selvfølgelig hurtighet er også viktig så at vi får igjennom mye volum på kortest mulig tid. Jeg vet ikke om det var svar på spørsmålet jeg men....

Kristina (15:15): Joda, kjempe fint.

Kristina (15:20): Nå har du jo vært egentlig litt inne på det, men for at det skal være aktuelt for dere i fremtiden å for eksempel da...

Anette (15:32): Kommer du på noe annet en bare kostnader som kan være fordelene for at dere skal kunne implementere det hos dere? eller er det kun kostnad?

Informant (15:40): Nei, altså, vi vil implementere hele tiden den type teknologi så det er jo kost nytte selvfølgelig, og det kan også jo også løses selvfølgelig med tilskudd eller offentlig og privat samarbeid og det jobber vi med.

Anette (15:55): Så då er det i bunn og grunn mest kostnadene det står på uansett?

Informant (16:01): Det er kostnader det står på, altså kost nytte.

Informant (16:07): men sånn som, bare for å si det, så har vi jo implementert denne elektriske lastebilen og en elektrisk lastebil til der har vi fått støtte fra Enova, men det er ikke spesielt økonomisk forde, men vi gjør det likevel, så enkelte sårne, vi gjør ting likevel fordi vi ser at det er noe samfunnet og miljøet har godt av.

Anette (16:34): Ja, så hvis det har på en måte eg fortrinn for miljøet og samfunnet så kan dere heller legge i litt ekstra penger?

Informant (16:40): Det kan hende, det kan hende.

Kristina (16:44): Når vi kommer til robotteknologi, forventes det da at de løsningene som allerede er det skal kontinuerlig forbedrede eller skal det finnes helt nye løsninger?

Informant (16:56): Jeg forventer at de løsningene som er kontinuerlig forbedres, jeg forstår det sånn nå at hele avfallsbransjen omtrent er enige om disse nærinfrarøde sensorene er de beste og da er det jo om å gjøre å gjøre datateknologien/ softwaren rundt de så god som mulig, så den forventer jeg betydelig utvikling av. Så de sorterer bare enda bedre.

Anette (17:29): Så høyere kvalitet på det som allerede eksisterer?

Informant (17:32): Ja.

Kristina (17:37): Hvilke begrensninger tenker du da i fremtiden, hvis dere da ta i bruk en sånn robotteknologi, hva begrensninger ser du at det kan forekomme da?

Informant (17:54): Nei, altså, det kan bli begrenset hva du kan putte inn da, at det kan vanskeliggjøre noe, at de må være grovere i for sorteringen for eksempel, sånn at vi får en god restfraksjon for å oppnå kvaliteten som kundene ønsker i andre enden, men ellers så ser jeg ikke noe store begrensninger, det gjør jeg ikke.

Kristina (18:24): Hvis dere skulle ha investert i robotisering hva ville da en realistisk pris vært for dere?

Informant (18:30): Oi, Nei det kommer helt ann på hvilken fraksjon, hvilken type automatisering vi skal gjøre, hvor vi skal gjøre det i forhold til hvor stort volumet er på stedet osv. men, altså det er jo alt i fra 10 millioner til 100 millioner i den størrelsesorden er relevant for oss å se på.

Anette (18:56): Det er hvertfall et greit sånn ca tall så har vi noe å gå ut ifra.

Informant (19:01): Ja, noe.

Anette (19:03): Du var inne på litt på hvilken type roboter dere kunne tenkt dere, med den med papir og sortering, så lurte jeg på om det er andre steder i prosessen, sånn hvis du skal leve litt i fantasien, hvor ville du da ha plassert en ny robot til et annet bruk for eksempel?

Informant (19:21): Det kan jo være ting som ikke har vært aktuelle, som for eksempel lasting av biler kan jo automatiseres. Vi har mange sånne typer operasjoner, men det har vi ikke begynt å studere på i det hele tatt enda.

Anette (19:34): Nei, så det kunne vært en aktuell ny løsning.

Informant (19:37): Ja, det var bare noe som datt i hode på meg akkurat nå, altså vi flytter jo veldig mye volum, vi tar jo imot på anleggene våres og laster om i større enheter og kjører det ut igjen veldig ofte, ikke sant, for eksempel det impregnerte treverket er det et sted i Norge det kan behandles lovlig, så tas imot på alle våre anlegg, leses om i lastebiler og kjøres ut igjen. Så sånne typer prosesser som er like hele tiden kunne sikkert ha vært automatisert.

Anette (20:07): Ja, men det er jo relativt greit.

Anette (20:16): Så lurte vi på om det er noe du kommer på som vi burde vite om om dette som vi ikke har spurt om?

Informant (20:28): Nei, ikke annet enn at, har dere sett løsningen til Zen Robotics og OP-maskin på robot sorteringer?

Anette (20:42): Nei, vi har vært i kontakt med Robot Norge som er her i Stavanger område, det er deres løsninger vi har vært mest inne på.

Informant (20:51): Ja, ville jeg bare ha gjort hvis jeg var dere, ha googla Zen Robotics, fordi...

Kristina (21:03): Det er de som driver i Finland, er det ikke det?

Informant (21:05): Det er riktig, også har OP teknikk i Sverige, de har også laget en sånn sorteringsmaskin for blandet avfall.

Anette (21:16): for restavfall da?

Informant (21:18): Ja, de øvrige funksjonene er jo i stor grad sortert hos kunde, det er jo blandet avfallet som vi virkelig ønsker å gjøre noe med, og de 2 leverandørene har ok løsninger tror jeg.

Anette: Da har vi fått spurt om alt vi lurte på, så vi lurte på om dersom vi skulle komme på noe i ettertid om det er mulig å sende deg en mail.

Informant: det er bare å gjøre.

Anette: okey, men da må du virkelig ha tusen takk for at du tok deg tid til intervju med oss.

### **Interview 3: Romerike Avfallsforedling IKS (skype)**

Anette (00:41): Hva er din nåværende stilling og hva ansvar innebærer stillingen?  
-Er du involvert i utvikling av nye tjenester, produkter eller prosesser?

Informant (00:51): Ja, altså nå i dag så har jeg stilling som [stilling] for ESA, kaller vi det da, etter sorteringsanlegg står det for, etter sorteringsanlegg roaf, så jeg har jo da ansvar for hele driften av det, i tillegg til at jeg har ansvaret for salg og marked da. Så det som da er på en måte inn på anlegget og nedstrøms da, salg av de vi produserer har jeg og ansvaret for. Ja, og utvikling er jo da en del av det å drifte anlegget, men det blir jo innafor akkurat det feltet da, vi har jo en egen utviklingsavdeling som jobber med andre ting i tillegg da.

Anette (01:32): Men da høres jo det ut som om du har litt med det å gjøre.

Informant (01:36): Ja, det har jeg

Anette (01:38): Da går vi vel over på dagens situasjon, bruker dere noen roboter i dag i deres produksjon? med eller uten kunstig intelligens?

Informant (01:46): Vi har ikke roboter i dag

Anette (01:48): ingen?

Informant (01:49): Nei, ingen roboter i dag, men vi har jo vært hos, hva heter det nå, trolltunga?

Anette (01:57): RobotNorge.

Informant (01:59): RobotNorge ja, der har vi vært, så vi har et, så de har vært hos oss å filma litt og sånn da i forhold til å begynne å jobbe med roboten og sei da. Så det er jo veldig nytt innenfor avfall den roboten. Så det er noe vi vurderer på sikt da.

Anette (02:17): men det er jo flott egentlig. Hvor i verdikjeden synes du i dag at roboter hadde vært mest aktuelle? slik som innhenting, altså tidlig eller under produksjonsprosessen eller eventuelt med pakking og utsending?

Informant (02:38): Hva skal jeg si da, det er veldig vanskelig å få, på innhenting siden å få noe som er full robotisert der, men jeg vet at det jobbes med noe der også, men for min del så er det nok mest på de to siste som er mest aktuelt for oss iallefall.

Anette (02:56): Ja, i for av hva da i prosessen er det bare sortering og pakking eller er det andre type ting?

Informant (03:03): Nei, det er mest på sorteringen og etter sorteringen som vi har mest og hente hos oss da, fordi vi har ikke, så det er egentlig mest sorteringen og ikke pakkingen for pakkingen det er svære baller som veier rundt 1 tonn så der, får man til noe som er automatisk der så er jo det veldig bra, men ja.

Anette (03:31): Hvilke begrensninger opplever dere i dag med robotteknologi? for eksempel krav fra kunder, Lover og regler eller at råstoffene rett og slett trenger det?

Informant (03:42): hvilke begrensninger var det det du sa?

Anette (03:44): Ja, som du opplever med robotteknologi.

Informant (03:47): Nei, altså utfordringen sånn som jeg ser det i dag, det er jo at vi, roboten, hva skal jeg si da, den greier ikke å kjenne igjen avfallet, hos oss så kommer jo alt mulig avfall inn, så begrensningen er jo rett og slett det at softwaren til roboten ikke er godt nok enda, den må jobbes med, for roboten er jo der. Men det er det å få de til å jobbe riktig, koblet mot øyer som greier å lese avfallet og sånn der, jeg mener det er jo der begrensningen er i dag.

Anette (04:24): Ja, så det har ingenting i forhold til reglement og statlig påkjenning eller?

Informant (04:30): ikke som jeg kjenner til, men det kan jo være at jeg tar feil ja, men jeg tror ikke det altså.

Anette (04:36): Nei, det er bare sånn vi har forhørt om det.

Informant (04:39): Ja, nei det har jeg ikke.

Anette (04:41): Nei men det er jo forsåvidt greit. I hvor stor grad er det viktig å oppgradere produksjonsprosessene per i dag? hvis du skal skalere det fra 1 til 5?

Informant (04:54): Ja, det er en 4 ihvertfall, det er viktig skal man henge med.

Anette (05:00): Ja, gjør dere så mye da? gjør dere en 4er i dag?

Informant (05:06): Ja, altså vi jobber oss mot en 4er, vi er nok ikke der enda, men vi jobber med optimaliserings prosessen nå om dagen da. Men vi var jo det første anlegget i hele Europa som har bygget dette her, så vi har jo brukt de første årene her på å få anlegget til å fungere ordentlig da.

Anette (05:25): Ja ka type anlegg er det? siden du sier det er det første i Europa?

Informant (05:32): Ja, det er det vi har, det jeg drifter da, det er jo et helautomatisk sorteringsanlegg for husholdningsavfall.

Anette (05:30): Ja, då bruker dere sikkert sånne "NIS-maskiner" dere også kanskje?

Informant (05:43): NIR-maskiner ja, så vi har tomra maskiner, vi har 16-17 stykker.

Anette (05:50): 17 stykker ja.

Informant (05:51): Ja, så vi har jo tilsvarende anlegg som IVAR har bygget og satt i gang nå, rett rundt hjørne hos dere der.

Anette (06:00): Ja, vi var hos dem på torsdag.

Informant (06:02): Ja, så det er jo tilsvarende anlegg bare at vi har driftet i 5 år da.

Anette (06:07): Åja, det er greit å vite. Skal vi se, har dere noe samarbeid med eksterne aktører ved innovasjon- og teknologiutvikling? i så fall hvem? hvorfor?

Informant (06:21): Ja, altså eksterne aktører, det er jo litt sånn konsulentselskaper da, Metex har jo vært mye inne. Som da selger konsulentbistand og kjenner veldig godt til som har med prosesser å gjøre da. Ellers så har vi stått for noe selv, vært med på utviklings siden, vi søkte støtte hos Innovasjon Norge og sånn for mange år siden da og der var det ikke noe å hente på det her, der fikk vi ikke noe hjelp. Så, men ellers så er det, nei det er ikke så mye mer enn det akkurat nå. Vi forsker veldig mye selv da, det gjør vi.

Anette (07:04): Ser du for deg noen fremtidige samarbeidspartnere som dere har i kikkerten, for å si det sånn?

Informant (07:12): Ja, altså det er jo IVAR og Trondheim som skal bygge tilsvarende anlegg at vi sammen kan få til noe, det tror jeg kan være nyttig da i større grad enn det vi har i dag, vi har vært veldig aleine, vi har vært de eneste, så. Men vi sitter jo i, sånn som jeg og han som er salgssjefen min sitter i veldig mange forskjellige fora, så vi sitter i masse prosjekt som har med utvikling å gjøre, men det har mer på det som kommer inn på anlegget, vi er med på å påvirke det som Orkla, Bama, Tine og det her som puttes ut i butikkene som vi skal sortere ut da, der er vi med å påvirke sånn at det lar seg gjenvinne. Men det er jo litt på siden, men samtidig så er det viktig for at både roboter og NIR-maskiner skal kunne gjøre jobben godt nok da, at produktet blir produsert ordentlig. Så der er det, så der jobber vi veldig mye.

Anette (08:11): Ja, så dere fokuserer veldig mye på utvikling og slikt fremover?

Informant (08:17): Ja, bare noe så enkelt som en NIR-maskin leser ikke svart, black carbon, det leser den ikke, der vil en robot ville komme inn å gjøre jobben fordi den kan lese bilder, så da kan vi kanskje få et svart med robot da. Så det å kombinere ting er noe som vi jobber med da. Kombinere NIR og robot.

Anette (08:41): Har dere i dag mye menneskelige feil, sorterings messig? og er det noe roboter kunne løst bedre tror du?

Informant (08:51): Vi har ikke så mye menneskelige feil inne på anlegget fordi det er ingen mennesker som jobber, tar i avfallet. Det er et helautomatisk anlegg sånn at der er det jo kun NIR-maskinene og andre type maskiner da som sorterer, men hvis vi hadde gått et skritt tilbake så burde alle innbyggerne hatt en robot hjemme hos seg, fordi det er jo der feilen er, vi er jo prisgitt det som kommer inn på anlegget, og der er det mye dårlig, så.

Anette (09:22): Så det blir mye sortering altså.

Informant (09:24): Ja, det er mye sortering og det er mye som kastes feil da. Bare hos oss så er det, vi har litt mindre anlegg enn IVAR, så kastes det jo pant for over 10 millioner kroner i året, det er jo flasker, pant som kastes i restavfallet. Som vi tar ut da, så det er, det viser litt om holdningene da.

Kristina (09:49): Når det foretas avgjørelser om automatisering, hva kunnskapskilder er viktige å ha i grunn? da tenker vi da er det samarbeidspartnere dere legger vekt på, er det universiteter, er det erfarne ansatte?



Informant (10:05): Jeg tror det er en kombinasjon der som er viktig da, mellom egentlig alle de. Vi har, jeg mener sånn som dere og det og jobbe med studenter er viktig, vi har inne, jeg vet ikke om dere har hørt om REdu, har dere hørt om Redu? det er jo et student regi av avfall norge, så vi har sånn internship hver sommer så vi har studenter inne som har sommerjobber hos oss da og jobber da med prosjekt da. Det er veldig viktig.

Anette (10:41): Hva er det de gjør for noe på disse prosjektene?

Informant (10:44): Det er litt forskjellig fra år til år, men det har vært alt i fra ruteoptimalisering planlegging ute i felt til vi hadde en som nå som har begynt i østfold forskning som jobbet med å ta for seg hele vareflyten i varestrømmen gjennom anlegget da og se hvor da flaskehals, hva som kunne gjøres bedre da. Hvor vi på en måte hadde tapet i verdikjeden vår. Det er veldig spennende. Men ellers så er det jo viktig å ha dialog med markedet da og konsulentene kommer man ikke utenom selv om man vil, de er viktig for det som har med utvikling å gjøre.

Kristina (11:27): I hvilken grad legger dere vekt på miljø når dere utvikler nye prosesser? igjen hvis vi ser på en skala fra 1 til 5, hvor ligger dere?

Informant (11:39): Nei, der vil jeg si at vi ligger helt, den må jeg egentlig si 5, vertfall 4 til 5. Fordi vi er jo en miljøbedrift og vi har en strategi hvor miljø skal veie veldig høyt, så. Så det må gå foran og hver gang vi skal ha nye investeringer og gjøre nye ting, så må vi på en måte huke av om det treffer strategien vår da. Så alt, sånn som energiforbruk er veldig vesentlig del her og da er det viktig at man, vi jobber jo for å få mest mulig grønn energi da. Så vi monterer solceller på taket på hele anleggene og ja, mange sånne småting.

Anette (12:20): Når dere skal huke av denne listen som du snakker om, hvor mange andre ting enn miljø står det på den?

Informant (12:26): Å de er jo da i forhold til strategien vår da, så det går jo på alt ifra om det er, hvis dere ser på den veiviseren vår som vi har på hjemmesiden vår så det de verdiene våre som ligger der og de kjerneområdene våre da. Som skal på en måte treffe det vi skal holde på med da. Så det er egentlig det som er rettesnora vår på en måte da. Det er jo mye man har lyst å gjøre noen ganger og da er det veldig greit å få beina på jorda noen ganger, fordi vi er jo på en måte en bedrift som er satt til å gjøre en jobb innenfor et visst fagfelt, sånn at vi ikke plutselig begynner å bygge svømmehaller og mye annet rart fordi vi synes det er gøy, så det er på en måte en litt sånn rettesnor for oss.

Kristina (13:17): Når dere planlegger å forbedre produksjonsprosessen hvordan vil du ha sagt at dere går frem for å finne nye og innovative løsninger?

Informant (13:29): Nei, det er en kombinasjon mellom å være ute i anlegget å teste og feile sjøl til å få inn, vi er egentlig midt inni det nå, det å få inn leverandører da som kan være med å teste ut nye ting, men ofte kommer ideene fra oss og så må det være et samspill da på det. Vi har jo sånn som nå så jobber vi nå med å ta ut glass og metall, eller glasset i fra restavfallet og da må man jo jobbe mot produsentene av dette her da, men det er vanskelig, vi er en offentlig bedrift og vi kan ikke bare kjøpe fra den vi synes er best, så vi må anskaffe ting riktig da, det er litt mer tidkrevende og det er en litt utfordring ja oppi det her. så ja.

Kristina (14:27): Men vil du sagt at robotisering en ettertraktet løsning for avfalls- og renovasjon bransjen i fremtiden?

Informant (14:34): Ja, absolutt. Jeg merker bare nå på siste årene så har det, bare på de siste 3 årene så har det skjedd masse, i Tyskland så er det en stor messe, jeg vet ikke om dere har hørt om IFAT, det er svær messe som er annethvert år i München, og for 3 ganger siden, altså for 6 år siden så var det vel knapt en robot der, så var vi der nå så ser vi jo at det er masse robot stander. Så det er skjedd mye. Men begrensninger fortsatt da, men det jobbes jo veldig med det. Mange av robotene har blitt veldig gode på enkelte ting som har med byggavfall og ta ut trevirk og litt andre ting, men når man skal bli veldig detaljert så er det fortsatt utfordringer.

Kristina (15:29): Altså, i fremtiden hva ønsker stiller dere til robotteknologi? for at de kan være implementere i produksjonen deres?

Informant (15:44): Viss jeg skal kunne velge da, for vår del, på anlegget vårt så er det å kunne kombinere NIR og robot, det hadde vært helt optimalt, når jeg var hos RobotNorge å så hvordan de jobbet der, så jobba jo de med, de hadde jo fått roboten til å plukke ut flasker veldig bra, har dere vært der og sett?

Anette (16:05): Ja, vi møtte deg der den dagen faktisk.

Informant (16:07): Ja, akkurat. Men det som er, det ideelle hadde jo vært at hver gang det produseres noe emballasje eller avfall at det produktet sånn som Orkla produserer en ny emballasje som er i plast da så burde den ha gått inn til en database, hvordan den ser ut, sånn at den roboten hadde blitt for automatisk med den informasjonen som den trenger for å kunne sortere den ut. Det hadde vært det ideelle, men for det man gjorde der er at man bygger opp manuelt en kjempe database og hver gang det er en endring på et produkt som det er veldig ofte da, i forhold til de som jobber i markedsavdelingen de endrer jo layout hele tiden. Sånn så det tror jeg burde vært lurt da, men det er jo ikke så lett å få til, men eller så må du ha folk som sitter og tar bilder og programmere roboten kontinuerlig. Så jeg tror det er mye å hente på identifiserings delen av robotteknologien, roboten er jeg ikke så bekymret for i forhold til å plukke ting ut, men den må få beskjed om hva den skal plukke ut da og det er nok der sårbarheten ligger i dag, tror jeg. For roboter er der og kan gjøre jobben men den må bli fortalt hva og hvordan den skal gjøre den da. Vet ikke om det var tydelig nok svar.

Kristina (17:45): Ja hvis vi da går tilbake til motivasjonsfaktor, det overlapper jo egentlig litt på det vi allerede har snakket om, men hva er da motivasjonsfaktorer for dere å implementere automatiseringen med maskiner med kunstig intelligens hvis man tenker på, vi har jo allerede snakket om å spare miljøet, men er det for eksempel økt effektivitet, redusere feil i produksjonen i fremtiden

Informant (18:18): Ja, for det første så er det jo, det er jo ikke til å legge skjul på at en robot ikke skal ha mat, den blir ikke syk, eller den kan jo bli syk da men da må vi reparere den, den er veldig effektiv hvis den gjør den jobben den skal gjøre, de er ganske billige å anskaffe, billige i drift, men samtidig så tror jeg ikke det er hovedgrunnen, og så er det litt med arbeidsmiljø og gjøre, det er ikke å legge skjul på at når man jobber inne på et avfallsanlegg så er det et tøft miljø. Men jeg tenker at her må man se i forhold til digitalisering, vi jobber veldig med digitalisering og det kommer i alle områder nå og særlig i avfallsbransjen, jeg vet at Norsk Gjenvinning blant annet de skal bygge et anlegg nå i Oslo som går på å skille ut papir og da skal de ha NIR løsning med en robot etterpå og da vil da den containeren som hentes ute hos abonnenten eller ute hos kunden ha en RF4 skilt, det samme kan vi ha hos oss

sånn at når beholderen hjemme blir hentet så vil det bli registrert, og når den containeren tømmes på anlegget så vil anlegget da lese av det containeren fra Malermester det og det også ligger systemet inne med en historikk, at på hvordan det avfallet pleier å være, sånn at da vil NIR maskiner og roboter justere seg da mot å gjøre en best mulig jobb for den type avfall, at det blir selvtenkende da. Det tror jeg er mye av effekten vi kan få med det å ha roboter da. Selvtenkende anlegg rett og slett.

Kristina (20:09): Ja det er interessant.

Informant (20:11): Ja, så det er mye spennende på gang, men da er det veldig avhengning av masse data på forhånd da. Men jeg vet at det jobbes mye med.

Kristina (20:23): Ved robot teknologi, forventes det kontinuerlig forbedrede løsninger eller helt nye løsninger? fremtids relatert.

Informant (20:39): Unnskyld, en gang til, jeg fikk ikke med meg starten på det du sa.

Anette (20:43): Hvis, sånn så du har jo dagens løsninger, sånn som for eksempel den plukke roboten til RobotNorge den der sugekoppen, for eksempel hvis den skulle vært forbedret ville du forventa at de kontinuerlig skal jobbe med akkurat denne her eller forventa en helt annen type løsning med en annen type griper eller noe helt nytt på en måte.

Informant (21:07): Jeg tror at de må tilpasse, må være et større utvalg da enn bare den løsningen der, fordi den var veldig god mot flasker men det er jo ikke sikkert, at sånn som med, hvis de hadde satt den roboten inn på anlegget vårt så er det mye mer en flasker som har en helt annen overflate, en helt annen størrelse, sånn så jeg tror det må kombineres med forskjellige ting da. Så jeg tror det er veldig farlig hvis man ikke prøver å videreutvikle den gripe armen og hvordan den ser ut.

Anette (21:40): Så då er det ikke bare, men då tenker du på selve roboten da også at den trenger forbedringer over tid eller er det kun denne gripe effekten du tenker på da?

Informant (21:49): Nei, hele egentlig. Fordi vi så jo begrensningen da vi var hos dem at hastigheten, om 10 år kommer den garantert til å være kjappere enn i dag, så hele roboten må jobbes med til da, alt fra motorer til design og alt, jeg tror det er veldig farlig å stoppe opp der.

Kristina (22:16): Så kontinuerlig forbedring.

Informant (22:19): på alle hold egentlig, det tror jeg er viktig. For mange av de som var rundt der var jo tradisjonelle roboter som brukes i veldig mange andre områder også, ikke bare avfall og det trenger ikke være noen ulempe det da, men det er farlig å ikke forske på det hvertfall og utvikle det.

Kristina (22:41): Dersom dere skulle ha kjøpt en robot hva skulle da roboten ha gjort for dere?

Informant (22:46): Jeg sa jo det når vi var hos dem at vi noen masse batterier som kastes i søpla som ikke skal i søpla. Vi hadde en plukkanalyse og tar vi ut nesten 160 batterier på 10 minutter der som metallet kommer ut da. Så hvis du ganger  $160 \cdot 6$  så har du jo, hvor mye blir

det da, det blir jo en 8-900 batterier i timen også så kjører vi 10 timer om dagen, så vi snakker om en 7- til 10.000 batterier om dagen. Så om vi kunne ha hatt en robot som plukket ut da.

Anette (23:26): Men er det den eneste type roboten du kunne tenkt deg, altså ein som sorterer ut disse batteriene eller hvis du tenker gjennom hele verdikjeden deres, altså fra innhenting til sortering til pakking er det noen andre typer roboter som du tror, hvis du bruker veldig fantasien din, at det kunne vært aktuelle en gang i fremtiden?

Informant (23:47): Nei, altså på innsamling så vet jeg at hvis vi kunne fått en robot som hjalp deg med å hente beholdere for eksempel så er det, det hadde vært gull verdt. Ellers så kommer jeg ikke på noen, men klart nå blir jeg veldig farget av hvordan det er hos oss da.

Anette (24:06): Ja, men det skal være i forhold til dere, så det stemmer det.

Informant (24:10): Så, og så inne på anlegget så er det mange funksjoner som vi kunne hatt god hjelp av robot på, men akkurat på andre områder er jeg litt usikker altså, jeg kommer ikke på noe lurt, jeg gjør ikke det.

Kristina (24:27): Hvis vi skal tenkte på pris og dere skulle ha investert i robotisering hva ville realistisk pris vært tenker du?

Informant (24:36): Nei, altså, halvannen million, tipper jeg, da er den konkurransedyktig i forhold til en NIR løsning for eksempel da, en tomra maskin koster fort det og jeg vet at noen av de minste robotene kan du få til under millionen, også er det jo ting rundt det som koster da. Men jeg tipper sann rundt en halvannen million.

Anette (25:07): Ja, så det er for selve roboten da og så må du plusse på og trekke fra litt i forhold andre ting som kommer i tillegg?

Informant (25:15): Ja, jeg er ikke sikker på om de summene vi fikk fra RobotNorge om det var med software og alt rundt, det kan fort blir litt, bare å kjøpe selve roboten tror jeg ikke er så dyrt da. Men det er, vi har jo en funksjon i dag på anlegget hvor vi står å bare, vi må ha en person helt i starten av prosessen fordi det kommer inn mye store ting og det plukkes ut pepperruller og sanne ting. Hadde jeg kunne hatt en robot som sto og gjorde det så kunne den roboten ha kosta sinnsykt mange millioner, fordi de 2 personene jeg har der, det er 2 skift, en på hvert skift, koster jo meg en halvannen million i året.

Anette (26:04): Ja, så hvis du kan erstatte noe som er litt dyrere så kan du faktisk investere litt mer?

Informant (26:10): Ja, altså, hvis jeg kjøper en robot til 10 millioner og avskrive den på 10 år så koster den meg 1 million i året. Så jeg kan investere, jeg tipper jeg kan investere en 15 millioner å likevel sitte igjen med et pluss i regnskapet da. For hender er, det er en veldig dyr funksjon da, fordi det må være en person der og den koster mye penger. Så ja.

Anette (26:43): Da tror jeg vi har vært igjen alle våre spørsmål i forhold til det vi har planlagt ihvertfall, så vi lurte litt på om du kommer på noe som du mener vi burde vite i forhold til robotisering i avfallsbransjen?

Informant (26:56): Nei, ikke noe annet enn at det er, dere har kommet inn i et veldig spennende felt da, så det er jo veldig bra. Dere var ikke i München nå i sommer?

Kristina (27:09): Nei.

Informant (27:10): Nei, det er jo der dere burde ha vært da, men der er det jo alt nytt innenfor robotteknologi er jo der. Så det er mye spennende, fordi det er jo veldig mange veldig forskjellige roboter, Zen robotics, har dere hørt om de?

Kristina (27:30): I Finland ja.

Informant (27:32): Ja, de var de første ute og har flere typer maskiner da, eller roboter. Nei, men jeg kommer ikke på noe mer, jeg gjør ikke det.

Anette (27:45): Nei, men da må jeg hvertfall si tusen takk for at du tok deg tid til oss.

Informant: Bare hyggelig og lykke til.

#### **Interview 4: Retura TRV (Tlf)**

Kristina (00:06): Da lurer jeg først på hva din nåværende stilling er og hva ansvar innebærer stillingen?

Informant (00:10): Jeg er [stilling] i Retura TRV, har ansvar for alt som er produksjonsrelatert. Tar inn ca. 160 000 tonn med papir, avfall og forskjellige fraksjoner på anlegget her. 21 ansatte i produksjonen og det er stort sett mitt ansvarsområdet samt at jeg sitter i ledergruppa i det hele.

Kristina (00:41): Så du er involvert i utvikling av nye tjenester, produkter eller prosesser i stillingen din?

Informant (00:48): Ja.

Kristina (00:51): Hvis vi ser på dagens situasjon, bruker dere noen roboter per i dag i deres produksjon?

Informant (00:57): Vi bruker ikke roboter, det er forholdsvis nytt, er det. Jeg vet at Norsk Gjenvinning har noe med planlegging på papir anlegg med 4 roboter i, men utover det vet ikke jeg. Men vi bruker annen teknologi enn roboter, vi bruker optisk sortering, magneter, vindsikter, mye forskjellige typer maskiner for å klare å sortere ren nok kvalitet som vi skal levere videre.

Kristina (01:30): Hvor i verdikjeden er det mest nyttig å innføre roboter per i dag? Da tenker vi er det på innhenting, er det i produksjonsprosessene eller er det helt på slutten mot pakking?

Informant (01:43): Jeg tror nok at det er produksjonsprosessen.

Kristina (01:49): Under produksjonsprosessen?

Informant (01:50): Ja

Kristina (01:52): Kan du utdype litt?

Informant (01:54): Den blir bare mer og mer automatisert, det blir den og vi ser utviklingen som Norsk Gjenvinning setter inn 4 roboter i produksjonsprosessen for å få rene kvalitet.

Kristina (02:09): Ingenting under innhenting eller pakking?

Informant (02:17): Det er vanskelig å si for meg, jeg har ikke vært bort i roboter for å si det sånt.

Kristina (02:25): Nei det forstår jeg. Hva begrensninger opplever dere i dag med teknologien? Hvis det kunne vært aktuelt å innføre noe roboter da? Tenker du at det er noe begrensning per i dag?

Informant (02:49): Ikke som som jeg ser det, det er ikke noe begrensninger i forhold til utstyr, utviklingen går veldig fort og det går jo egentlig så fort at du ikke klarer å henge med i utviklingen og papir anlegget til Norsk Gjenvinning er det siste i Norge her som har roboter og det som er.

Kristina (03:18): Så det er ingen krav fra kundene eller lover og reguleringer som krever det?

Informant (03:22): Det er jo veldig mye lover og regler, det er det jo. Men det er noe vi bare må forholde oss til i forhold til miljø politikken og den biten der. Jeg ser ikke på det som noen begrensning, men det er jo et lovverk som ligger der som vi må forholde oss til

Kristina (03:43): I hvor stor grad er det viktig å oppgradere produksjonsprosessene per i dag? Hvis du tenker fra en skala fra 1 til 5, hvor viktig er det å oppgradere?

Informant (03:55): Det er 5 veldig viktig. Skal man klare å være med i markedet så må man følge utviklingen og følge oppgraderingen for å si det sånn. Kravene til sluttproduktet blir bare strengere og strengere, så det må være renere kvaliteter og da må vi være med på den utviklingen hele tiden

Kristina (04:22): Per i dag, har dere noe samarbeidspartnere? ... har dere samarbeid med eksterne aktører ved innovasjon- og teknologiutvikling?

Informant (04:40): Nei, vi gjør jo det i forhold til de firmaene som leverer utstyr. Det gjør vi. Da samarbeider vi, vi er ikke på markedet kun for å kjøpe oss en maskin uten å ha noe konsulenter eller noe utstyrsleverandører og utrede det her i forkant før vi gjør noen ting.

Kristina (05:07): Men i forhold til, hvis dere skulle tatt i bruk roboter da. Hvem ville vært naturlig å kontakte for dere? Er det konsulenter?

Informant (05:22): I første omgang så er det de firmaene som leverer utstyret og orientere seg om hva som er i markedet. Det er det første vi gjør.

Kristina (05:37): I oppgaven vår så har vi vært i kontakt med Robot Norge som er et selskap som ligger her på Klepp og de driver å utvikle dette med Robot plukking og ønsker gjerne å satse på avfallsbransjen? Har du hørt om de?

Informant (05:49): Jeg har ikke hørt om de, men jeg har vært bort i robot plukking for mange år siden, men da synes vi at utviklingen var litt for dårlig, den var ikke bra nok den gangen. Det var den ikke.

Kristina (06:11): Den var ikke effektiv nok eller var det mye feil?

Informant (6:14): Den var ikke effektiv nok. Men nå har utviklingen vært mye bedre, men det skal ikke jeg uttale meg om.

Kristina (06:24): Har dere mye menneskelige feil per i dag sortering messig og kunne en robot ha hjulpet med dette?

Informant (06:34): Den kunne helt klart være med å redusere det.

Kristina (06:42): Hvis vi tenker mer fremtid messig siden det ikke er noe særlig robotisering ennå, hva slags kunnskapskilder er viktig å ha i grunn? Da tenker jeg for eksempel på erfarne ansatte, samarbeidspartnere, f.eks samarbeid med universiteter eller andre bedrifter?

Informant (07:05): Det er veldig viktig å ha kontakt med de utstyrsleverandørene som leverer og de som sitter og utvikler de nye metodene. Det tror jeg er veldig viktig.

Kristina (07:18): Også kommer vi til miljø og da lurer jeg på i hvilken grad legger dere vekt på miljø når dere utvikler nye prosesser?

Informant (07:32): Det første som tenkes i dag, det er miljø og det er fokus på miljø fra alt for å si det sånt. Da er tanken at vi skal få ut mest materialgjenvinning og forbrenning, deponi og alt det der. Vi har kjempe fokus på materialgjenvinning for tiden.

Kristina (07:53): Kan du utdype litt om hvordan dere jobber nå i produksjonsprosessene og hvordan, hvis dere skal finne nye løsninger som er mer effektive, hvordan går dere frem? Da tenker jeg ikke kun på robotisering men generelt dette med automatisering og teknologien dere bruker i dag?

Informant (08:13): Vi har jo i dag tre store anlegg, automatiske sorteringsanlegg inne på anlegget på Heimdal og da har vi en som sitter med litt utvikling i systemet vårt og han trekker med de folka ettersom som må være med et sånt prosjekt for å si det sånn og vi er hele tiden under utvikling. Det er vi og vi kjører første prosessen selv, da.

Kristina (08:52): Hoppe litt tilbake til robotisering, tenker du det er en ettertraktet løsning for avfalls- og renovasjon bransjen i fremtiden?

Informant (09:00): Det tror jeg kommer helt sikkert, det er jeg ikke i tvil om.

Kristina (09:06): Ja, tenker du sånn at i løpet av 5-10 år så vil det være veldig relevant?

Informant (09:10): Det har jo startet for å si det sånn, og jeg tror nok de har kommet langt i 5 år ja.

Kristina (09:19): Hva ønsker stiller du til robotteknologi som kommer i fremtiden?

Informant (09:35): Jeg tror robotteknologi skal være med å øke kvaliteten på de varene vi sender fra oss. Vi sorterer i flere forskjellige kvaliteter, økt renhetsgrad, materialgjenvinningsgrad i forhold til miljøet, sant.

Kristina (10:04): Ved robot teknologi, forventes det kontinuerlig forbedrede løsninger eller helt nye løsninger?

Informant (10:15): Jeg tror nok at de løsningene som er per i dag, blir her men de blir utvidet med robotteknologi.

Kristina (10:25): Ja, så da kontinuerlig forbedringer på det som allerede er der i dag?

Informant (10:32): Ja.

Kristina (10:37): Hvis vi ser litt på begrensninger igjen, det har vi egentlig snakket om allerede, men...

Informant (10:45): Jeg ser ikke helt store begrensninger.



Kristina (10:49): Nei, nei...så fint. Så du er egentlig ganske positiv til den utviklingen?

Informant (10:54): Jaja, jeg har vært med i bransjen i 30 år og sett utviklingen i 30 år så jeg er egentlig positiv.

Kristina (11:04): Ja, kjempe fint. Hvis dere skulle investert i robotteknologi, hva ville en realistisk pris vært for dere?

Informant (11:21): Det kan ikke jeg uttale meg om.

Kristina (11:24): Nei, det er sikkert veldig vanskelig å svare på, men tenker du da...

Informant (11:35): Vi skal mest sannsynlig investere i 2 maskiner her i år, og bytte ut for å forbedre teknologien og da er vi på ca. 4 millioner, mellom 4 og 5 millioner.

Kristina (11:49): Så det ville gjerne vært veldig viktig å ha en robot teknologi som, det er jo sikkert mye fokus på dette med å øke effektiviteten, og få vekk disse feil i produksjonen?

Informant (12:02): Ja, du kan ikke si noe om investeringen. For det dreier seg om økonomiske investert for de har jo mulighet til å investere i forhold til inntekten din. Så det er helt umulig å si noe om ivesteringsstørrelsen.

Kristina (12:22): Altså, jeg har egentlig gått gjennom spørsmålene mine. Det gikk veldig fort.

Informant (12:30): Ja, fikk du svar på det du ville ha?

Kristina (12:34): Altså, du kan gjerne utdype mer hvis du kommer noe sånn i forhold til hva dere jobber med og hvordan det er per i dag hvis du kommer på noe?

Informant (12:46): Nei, i forhold til anlegget her så er det jo vi driver jo omtrent med alt bortsett fra radioaktivt og sprengstoff for å si det sånt, så tar vi imot absolutt alt.

Kristina (12:58): Ja for du nevnte i mailen noe om at dere har installert nytt anlegg i 2013?

Informant (13:06): Ja, det er et automatisk sorteringsanlegg.

Kristina (13:10): Ja, så alt er automatisert?

Informant (13:15): Ja, 95% er automatisert, så trenger du noe mennesker i det siste, som vi vil ha ut for å si det sånn og i den biten så ser jeg for meg at det kan være noe robot som står og plukker det siste hvor vi ikke har menneskelig plukking for å si det sånn.

Kristina (13:31): De siste 5%, så kunne det vært en robot som tar over og plukker ?

Informant (13:39): Ja, ja

Kristina (13:41): De vi allerede har snakket med har nevnt litt forskjellig, dette med glass spesielt i produksjonen som kunne vært lurt å hatt en robot på som plukker det ut.

Informant (13:54): Glass, metall som ikke er magnetisk og det er mye som en robot kan plukke ut for å si det sånn.

Kristina (14:03): Også har det vært mye nevnt dette med roboter per i dag er gjerne ikke sterke nok til å ta ut, hvis det er avfall som f.eks i byggebransjen at det er veldig tunge løft.

Informant (14:15): Ja.

Kristina (14:24): Altså, det er ikke noe mer jeg direkte lurer på. Men går det fint om jeg tar kontakt med deg senere hvis det er noe flere spørsmål som vi trenger mer svar på?

Informant (14:34): Det høres fint ut, helt i orden.

## **Interview 5: Westco AS (Interview in person)**

Anette (00:16): Hva er din nåværende stilling og hva ansvar innebærer stillingen?

Informant (00:23): Jeg er [stilling] i Westco miljø og har ansvar for drift og innkjøp av utstyr og biler og sånt.

Anette (00:29): Har du noe, eller er du involvert i utvikling av nye tjenester, produkter eller prosesser her?

Informant (00:33): ja, vi har jo et eget sorteringsanlegg for avfall som vi utvikler hele tiden for å si det sånt.

Anette (00:44): Ja, da går vi over til dagens situasjon her. Bruker dere noen roboter i dag i deres produksjon? med eller uten kunstig intelligens?

Informant (00:50): Nei, ingenting.

Anette (00:53): Hvorfor ikke det?

Informant (00:53): Fordi at det, jeg har vært og sett på et anlegg i Sverige, der var robot plukking. De har ikke kommet langt nok for den type avfall som vi har. Fordi vi har mer grovere avfall, større lengde og litt sånne ting som gjør at det ikke er så godt utviklet ennå. Men det er helt klart at det kommer. Garantert. Så det venter vi litt til et mer utprøvd sånn at vi er mer sikre på hva vi gjør.

Anette (01:20): Hvor i verdikjeden hos dere kunne du tenkt at det er mest nyttig å innføre roboter? Under innhenting, sortering eller eventuelt ved utsending.

Informant (01:30): Altså roboter som som jeg ser det, så er det per dags dato lettest på sortering og avfall inn på området her. I ei linje da, fordi du kan plukke ut rene fraksjoner som kan gå til dette med materialgjenvinning og gjenbruk og litt sånne ting. Ikke så mye gjenbrukbar materialgjenvinning. Det er det som mest ligger i kortene.

Anette (01:55): Ja, fordi det blir mest materialgjenvinning for dere?

Informant (01:58): Ja, hvertfall for å si det som det er hvis du skal sammenligne der borte så har vi helt annen type anlegg og avfall enn IVAR har. De har mer, det som vi har de svarte dunkene hjemme, og det er en helt annen type avfall enn det som vi henter inn her. For vi har ikke lov å ta inn den type avfall. Så vi henter fra bedrifter, fra byggefirmaer, og sånne ting hvis du rydder hjemme i garasjen så hiver de igjen gamle møbler, en sykkel og sånne ting. Det er det vi tar inn på anlegget her. Det er mye større og grovere, derfor så må det kvernes mer og lages til et system som gjør at det kan plukkes og sorteres. Det finnes anlegg i dag, men det er ganske kostbart for å få det til, så er det plass krevende også er det ikke helt godt nok utviklet.

Anette (02:42): Hva type begrensninger opplever du med robotisering i dag, med altså kan det være kunder som krever at det skal implementeres, eller er det lover og regler som tilsier det?

Informant (02.52): Det er vel ingenting ennå, men det er klart på sikt så blir det, det vil bli mer krav om kildesortering og da kommer det mer til sin plass, for det å stå med folk og det at vanlige operatører skal sortere det blir for kostbart også er det ikke effektivt. For når jeg var og så på anlegget i Sverige, så kjørte jo de 16 timers skift på den roboten, sånn at det var, men de har en vei å gå for å få det til og før det blir godt nok.

Anette (03.21): Så du mener det er den eneste begrensning?

Informant (03.22): Det er den type avfall som vi har, så har det ikke kommet langt nok.

Anette (03.28): I hvor stor grad synes du det viktig å oppgradere produksjonsprosessene per i dag hvis du skal eskalere det fra 1 til 5?

Informant (03.35): Det er en 5. Det er veldig viktig. Rett ut.

Anette (03.38): Ja, gjør dere så mye da?

Informant (03.40): Ja, vi utvikler hele veien, og det vi utvikler på det er hvordan vi henter inn avfallet, hvordan vi sorterer maskinelt. Noen sorterer maskinelt, dette med gravemaskin, så vi har veldig mye fokus på det å sortere etter container er tømt inn i hallen og ta ut fraksjoner som har en annen verdi på sånn at metallet, papp og papir, rent trevirke, gips og sånne ting har vi fokus på å plukke ut. Men det er klart, vi klarer ikke å plukke ut, så fint som en robot på sikt ville klare. Men vi gjør det så godt vi kan i forhold til strømmen med avfallet vi har gjennom anleggene våre.

Anette (04.22): Har dere noe samarbeidspartnere i dag, som eksterne aktører ved innenfor innovasjon- og teknologiutvikling? i så fall hvem og hvorfor?

Informant (04.31): Du kan si vi har en del som GEMINOR, de er en stor aktør som trader vårt avfall. De har vi samarbeid med, de er jo i hele Europa. Så vi reiser ned rundt og ser på anlegg med de og ser hva andre gjør og får ideer og hvordan vi kan gjøre det. Så vi er hele veien i prosesser for å se og reiser rundt, og det er klart du må reise rundt hos dine konkurrenter i hele Norden og gjerne i England også, for å så lære hvordan det kan bli og det de gjør er godt nok, og det de gjør passer for den type avfall vi har. For det avhenger veldig mye for hva type avfall du har.

Anette (05:08): Så dere sammenligner mest med andre private, ikke med for eksempel IKS selskapene?

Informant (05:12): Ja, fordi de driver ikke med det samme som oss, de har ikke den type avfall som vi har. Derfor så må vi tenke litt annerledes på noen områder.

Anette (05:22): Dere har ikke vurdert noe samarbeid med IKS?

Informant (05:26): Nei det har vi ikke. Vi gjør jo arbeid for de og sånt og tar imot en del papp og sånne ting for de men vi har ikke en sånn direkte samarbeid på utvikling.

Anette (05:37): Har dere mye menneskelige feil per i dag, sortering messig også kunne dette eventuelt ha hjulpet med en robot?

Informant (05.44): Det er klart menneskelige feil er det jo over alt, uansett hvor du er i prosessen, så klart det tror jeg nok at roboter er bedre på sortering på sikt enn mennesket, også er det mange...også mennesker kan ikke stå i den atmosfæren som en produksjonshall, for det er for mye støv, støy og når du blander sammen avfall så får du den støv type som ikke helt vet hvordan det påvirker deg, klart roboter og den type sortering er det som er den type fremtiden. Det har jeg tro på.

Anette (06.16): Mer som HMS, miljø?

Informant (06.19): Ja, HMS, effektivitet, det er klart en robot står og går og kan gå 24/7 sant? Men mennesker skal ha sine pauser, de har 7,5 time dag og klart det kan tenkes til hvis du skal stå og plukke opp fra et belte, så går ikke det den rette vei. Så roboter er helt klart fremtiden.

Kristina (06.37): Når dere foretar avgjørelser om automatisering, hva kunnskapskilder er viktige å ha i grunn? Da tenker vi for eksempel på, er det erfarne kunder, er det samarbeidspartnere, er det samarbeid med universiteter?

Informant (06.54): For å si det sånn, så langt har ikke vi tenkt ennå. Vi har nå reist litt rundt og sett på hvordan andre gjør det, som har kommet litt lenger i utvikling. Det er klart det er aktører som har mye større tonnasje, mye større enn oss og da er det lettere å få økonomi ut av det i forhold til et mindre anlegg med mindre tonnasje, det er klart det å spiller litt inn i dette her. Så vi har vært og reist rundt og sett på hvordan andre gjør det. Jeg har holdt på med dette her i, vært her på anlegget siden 2005 og klart i forhold til hva det var da så har vi utviklet enormt på hvordan vi tenker og hvordan ting skal være. Det er hele veien en utvikling og det er ikke alltid det er maskinell utvikling, det er jo selvfølgelig viktig men og logistikken her på anlegget, hvordan du håndterer avfall når det kommer inn, hvordan du jobber mot kunder også det er en hel prosess dette her for så å få det til å bli optimalt. Fra du henter avfall fra kunden, til kunden sorterer og det er klart det blir jo mer krav til at kunden skal sortere på byggeplass, sorterer på byggeplass og det gjør jo at du får fraksjoner inn her som er så rene og du trenger ikke å gjøre så veldig mye med det etterpå. Det er jo veldig bra.

Kristina (08.03): I hvilken grad legger dere vekt på miljø når dere utvikler nye prosesser? Fra skala fra 1 til 5?

Informant (08.13): I å me at vi ikke har investert noe på 5 år når det gjelder sånne ting så, miljø er viktig men enn så lenge så er ikke det hovedfokus på det ennå for å si det sånt. Men det ligger i kortene, det må jo komme, men per dags dato så har vi ikke mål om å investere så mye de neste 2-3 årene. Men klart, miljøfokus det bygger seg opp i hodet ditt hele tiden sånn at du blir mer og mer fokusert på det. Det kommer sakte med sikkert.

Kristina (08.47): Når dere planlegger å forbedre produksjonsprosessen hvordan går dere frem for å finne nye og innovative løsninger i fremtiden?

Informant (08.55): Det blir å oppsøke firma som allerede har etablert dette og den type roboter. Sammenligne med type avfall, de har ikke helt samme avfall på Østlandet som vi har i forhold til her på Vestlandet. Det er ikke 100% likt, merkelig nok så er det ikke det. Derfor så må vi finne ut hva som er best i forhold til vårt type avfall, det som bestemmer hva type utstyr du skal kjøpe. Du må rett og slett gå på en messe, du må se hvordan det er i praksis og større aktører i samfunnet rett og slett.

Anette (09:32): Bruker dere noen ting av konsulenter og deres kunnskap?

Informant (09:35): Ja vi bruker leverandører av utstyr og det er en form for konsulenter. Vi har ikke egne konsulenter som kunne se på den prosessen vi gjør, men vi har tett samarbeid med våre leverandører på utstyr og full utvikling.

Kristina (09:51): Igjen for frem tidsmessig, hvilke ønsker stiller dere til robotteknologi?

Informant (10:02): Roboten må sortere og plukke ut de fraksjonene som du skal gjenvinne, materialgjenvinne. Sånn for eksempel i dag så eksporterer vi ca. 3 000 tonn med hvitt trevirke til Polen som vi lager skumplater av, så vi var nede på fabrikken og så på det i fjor høst. De lager veldig mye, nesten alle skumplater til Ikea blant annet. Det er en fabrikk som er, har kommet ganske i vinden nå, så i Norge så utvikler vi hele veien sånn at ting som er, veldig mye av trevirke blir brent, kvernet går til forbrenningsanlegg, fjernvarme og strøm og sånt. Men nå har vi begynt mer med dette og bruke det til sponplate produksjon og sånne ting. Det er krav til at det trevirke skal være mye renere enn det som kan gå til forbrenning for eksempel. Vi jobber med sånne ting og det handler om sortering i hallene her for å få til den kvaliteten.

Anette (11:05): Men det er da kravene dere stiller til robotene, og ikke sånn med stabilisering og kapasitet?

Informant (11:10): Selvfølgelig, kapasitet er veldig viktig. Så klart det er noe som du må jobbe med. Kapasitet er veldig viktig. Også at den gjør en jobb som er så god at du slipper å kjøre avfallet tilbake og igjennom prosessen på nytt og når vi var i Sverige og så kjørte de avfallet gjennom flere ganger for det klarte ikke å plukke nok med seg. Så det kommer, men det er ikke her helt ennå.

Kristina (11:43): Ved robotteknologi, forventes det kontinuerlig forbedrede løsninger eller helt nye løsninger?

Informant (11:55): Det får nesten fremtiden vise, men det er klart en robotløsning som er i dag, den kommer til å bli ganske mye utviklet i løpet av ganske få, jeg tror nok gjerne et par år frem i tid så blir de veldig utviklet.

Kristina (12:07): Så du tenker kontinuerlig forbedring med det de allerede har i dag?

Informant (12:10): Ja, av den typen som de har i dag. Der borte har de masse optisk med farger og sånt, her er, som som vi holder på her hjemme armer som plukker og tar ut trevirke, det er ikke den type avfall som vi har. Vi har gjerne trefjølere og sånne ting, da må du ha noe som griper. Men det utvikler seg hele tiden. Full fart.

Kristina (12:35): Nå har vi vært inne på det, men hvis du skulle nevnt flere begrensninger for fremtidens roboter, hvis de skulle blitt implementert her, hva begrensninger tror du det hadde oppstått eller hva ser du for deg kan skje?

Informant (12:51): Det er vanskelig å se, jeg tror faktisk det er fremtiden som er der. Så er det jo ikke begrensninger, for du ser jo i bilindustrien hvordan den utvikler seg og alle industrier i dag er mer automatisert også avfallsanlegg kommer med mer og mer automatiseringer og den

prosessen for å få dette til. Så jeg tror ikke det er begrensninger sånn sett, jeg tror bare utviklingen går enten om du vil eller ikke, for å si det rett ut.

Anette (13:17): Men du nevnte at for dere så hadde det vært sorteringsrobot dere ville hatt, men hvis dere ser vekk fra bare sorterings delen, er det andre typer roboter dere kunne sett nødvendig? For eksempel med pakking, lasting eller innhenting. Hvis du bruker fantasien, for å si det sånn.

Informant (13:39): Roboter på innhenting, det er nok ikke...da snakker du om sjåfører og den biten og det er nok et stykke vekke ennå. Det er klart at på lasting og sånne ting så kan det nok på sikt komme et robotsystem. Men det som er i avfallsbransjen så er det veldig mye støv og støy som gjør at det ikke alltid er like enkelt å få det til. Men om 10 år kan det være et system for å gjøre det. Tiden får vise men vi er åpne for alt. Du må henge med.

Kristina (14:12): Hvis dere skulle ha investert i robotisering hva ville realistisk pris vært for dere?

Informant (14:23): Det er vanskelig å si, det spørs hvor effektiv han er. Hvis han er veldig effektiv så kan du betale ganske mye for den men der har vi ikke kommet ennå. Men kostnaden på det er vanskelig å si, den kostnad i dag er gjerne 5-6 millioner og gjerne om 5 år er han 80 millioner eller 3 millioner, det er veldig sånn utvikling som bestemmer hvordan det skal bli. Er den god nok så kan den koste mye men er den dårlig så kan den koste lite, avhenger av hvor effektiv den er.

Anette (14:53): Du snakket litt om en av motivasjonsfaktorene for dere var å få sortert det mer rent mer materialet ut. Har dere flere motivasjonsfaktorer for å få implementert en robot?

Informant (15:04): Økonomi. Økonomi er en sinnsyke....og samtidig være med på utvikling og se hvordan vi kan materialgjenvinne meir det er jo en motivasjon, helt klart. Det er klart at i privat er det jo, det er det jo økonomi og det er det som ligger i bunn ofte og samtidig på sikt så vil også avfallsanleggene i privat sektor få mer ansvar i forhold til det med miljø, nedstrøm, gjenbruk og sånne ting.

Anette (15:39): Ja, har du noe mer?

Kristina (15:41): Du nevnte at du var på et anlegg i Sverige, har du hørt om f.eks Robot Norge som driver, og jobber kontinuerlig med robotteknologi her på Klepp?

Informant (15:56): Nei

Anette (15:57): De har utviklet en robot nå som, jeg tror ikke den er aktuell for deres avfall ennå for han tar ikke så tungt, men den driver med plukking og sortering. Vi har lite innblikk fra de til oppgaven vår, derfor tenkte vi å nevne de.

Informant (16:16): Jeg synes det er veldig viktig at dere kommer frem med sånt. For dere sier at de har holdt på med dette i mange år, men vi har aldri hørt om de. Jeg vet at det er robot, det lages roboter rundt forbi. Men alle tenker liksom på oljeindustrien og de tingene, men det er interessant å være med på en utvikling sammen med de for eksempel. Det avfallet som vi plukker, det er tungt fortsatt. Det kan gjerne være en stålbit som veien 5 kg.

Anette (16:45): Jeg lurer på om det var maks 15 kg den kunne ta. Men den kan kun plukke på bånd. Men da kunne det faktisk vært interessant for dere og eventuelt finne opp en annen type robot. For de har lyst til å komme inn i avfallsbransjen. Så da hadde det kanskje vært en annen type eksperiment.

Informant (17:02): For å si det sånt, hør hva de har. Så kommer vi i forhold til deres utvikling. Det vi holder på med er veldig mye støv og fuktighet. Robot må tåle det miljøet. Men noen må starte med noe.



## **Interview 6: Norsk Gjenvinning AS (Tlf)**

Kristina (00:04): Da lurer jeg på, hva din nåværende stilling er og hva ansvar innebærer stillingen?

Informant (00:10): Jeg er [stilling] på anlegget vårt i Oslo. Det innebærer produksjon fra søppel til råvare

Kristina (00:23): Er du involvert i utvikling av nye tjenester, produkter eller prosesser?

Informant (00:31): Ja.

Kristina (00:32): Det er du ja. Så lurer vi på dagens situasjon, bruker dere noen roboter per i dag i deres produksjon?

Informant (00:41): Vi er i ferd med å installere roboter i produksjonen, men vi har ikke brukt det...

Kristina (00:51): Ja, så dere er i ferd med å installere?

Informant (00:54): Ja.

Kristina (00:56): Er det roboter med eller uten kunstig intelligens?

Informant (00:59): Med

Kristina (01:01): Det er med kunstig intelligens. Kan du utdype litt om hva disse robotene, eller hva type roboter dere skal bruke?

Informant (01:14): Vi skal bruke ABB sine flekspikker, vet ikke helt hvilken modell det er men vi skal bruke 4 sånne serier med sugekopp, en kopp eller en gripearmer. Vi har testet litt forskjellig. Så skal "forfine" eller erstatte plukking på slutten av en sorteringslinje.

Kristina (01:40): Ok, for det er på neste spørsmålet så er det jo hvor i verdikjeden det er mest nyttig å innføre roboter per i dag? Og da tenker du det er mest effektivt i slutte i pakking?

Informant (01:50): Hvis du går på nettsiden til NG, eller på TU.no så er det en artikkel som 'press release' om den linjen. For det blir, eller det er den største digitale høy automatiserte robotiserte linjen i verden for avfall. Så det finner du både layout på anlegget og hvor roboter er plassert og hvordan det henger sammen i større verdikjeder.

Kristina (02:23): Ok, med det kan jeg gjøre. Da noterer jeg det.

Kristina (02:27): Men i forhold til verdikjeden, har dere noe roboter per i dag på innhenting eller under produksjonsprosessen?

Informant (02:39): Ingen roboter per i dag.

Kristina (02:47): Jeg snakket med noen i Trondheim, på Retura som snakket om at dere skulle installere, var det 4 roboter i produksjonen? Stemmer det?

Informant (03:02): Hos oss?

Kristina (03:05): Ja han nevnte det.

Informant (03:10): Det er 4 robotarmer som skal installeres.

Kristina (03:16): Ja sånn ja, robot med 4 armer?

Informant (03:18): Nei, altså det er 4 roboter da. En arm og en robot da.

Kristina (03:26): Hvilke begrensninger opplever dere i dag med robotteknologi?

Informant (03:31): Kompetanse, både utvikling og drifting og videre utvikling.

Kristina (03:46): Ja, er det f.eks også, henger det gjerne sammen med krav fra kundene eller er det noe lover og reguleringer som krever noe per i dag?

Informant (03:58): Det er ikke noe reguleringer men det, roboter er jo per i dag sånn spesialisert seg på visse bransjer sånn som bilbransjen da og hvis vi skal overføre dette til vår bransje og utvikle kunstig intelligens modulen eller hva jeg skal kalle det, så er det en high-cost og high-risk investering. Hvis vi skal se på det fra et business perspektiv så får du alltid negativitet, dette med å tenke ny teknologi da.

Kristina (04:42): I hvor stor grad er det viktig å oppgradere produksjonsprosessene per i dag? Hvis du tenker en skala fra 1 til 5? Hvor 1 er svært liten grad og 5 er svært stor grad.

Informant (04:53): Jeg mener en 5 i svært stor grad, fordi hvis vi ser på visjon til Norsk Gjenvinning så er det jo, "det finnes ikke noe mer søppel etter deg men kun råvare på avveie" og hvis det skal være en sannhet så må vi finne en kostnadseffektiv måte å sortere til renere råvare og den eneste måten per i dag, er å ha masse folk etter den sorteringslinja som kan gi en bedre kvalitet men det ikke en bærekraftig og økonomisk fordel. Så, robotics, det åpenbare svare per i dag og hvordan løse den utfordringen er på en måte sirkulær restepapir.

Kristina (05:39): Per i dag, har dere noe samarbeid med noe eksterne aktører ved innovasjon og teknologiutvikling?

Informant (05:49): Ja, en amerikansk firma som heter Bulk Handling System.

Kristina (06:02): Og det er kun de dere har samarbeid med?

Informant (06:06): Vi gikk veldig bredt ut i scouting, når vi skulle investere inn i sorteringslinjen og det var de vi endte opp med. Også er prosjektet og støttet av skattefunn

Kristina (06:22): Så det er de som står bak den type innovasjon og de type prosessene dere starter med nå å etablere?

Informant (06:33): Ja. Så deres teknologi på en måte med vårt spekter, vår krav til utstyr mix.

Kristina (06:49): Har dere mye menneskelige feil per i dag, sortering messig og kunne en robot ha hjulpet å redusere dette?

Informant (06:58): Både ja og nei. Altså, den menneskelige feilmarginen som beregne i vårt kvalitet som er levert kundene. Så hvis du hadde hatt en robot løsning som kunne ha hevet kvaliteten så kunne vi hatt en bedre produkt ut og fått en høyere premie for produktet og kunne fått en renere råvare.

Kristina (07:36): Så det er både ja og nei, det kommer litt an på. Også er det fremtids relatert. Sånn i forhold til, nå er dere allerede egentlig startet å se på roboter og sånt, men når dere foretas avgjørelser om automatisering, da lurte vi på hva kunnskapskilder er viktige å ha? Er det erfarne ansatte, kunder, samarbeidspartnere eller er det samarbeid med noe universitet?

Informant (08:12): Ja takk alt, holdt jeg på å si. Det som jeg ser nå, vi har jo kjøpt teknologi som har veldig masse kapasitet og kapabilitet, men verken vi eller teknologi leverandøren vår vet hvordan vi skal bruke det. Også skal disse robotene kobles til et vision system og et infrarødt, sånn næringsprodukt material gjenkjenningssystem så summen av det skal på en måte gi kunstig auge til et anlegg som skal kobles opp mot et bildedatabase, material database også må jo dette anlegget lære seg forskjellige materialer og hva som skal være med i prosessen og det som ikke skal være med og det er jo enorme mengder med data som må prosesseres og hvis vi ser litt som på den tradisjonelle måten med data på er det jo hvis det blir for masse så drukner jo den igjen og da skaper den ikke noe verdi, så vi må lage oss et nettverk av kompetanse rundt oss som kan ta den dataen og kanskje sånne små biter her og der som kan presiseres til å gi verdifulle data.

Kristina (09:38): Så det er egentlig blanding av alt du har nevnt?

Informant (09:42): Altså, vi må besøke og etablere noe med universiteter og både masterstudenter og spesielt PhD studenter så ser vi og at vi må på leverandørsiden så finnes det ikke noe hyllevarer løsning for oss og det må utvikles, og det må bli utviklet i lag med noken også er det liksom verden beveger seg, det som engang var våre konkurrenter og er konkurrentene våre, det må vi finne en samarbeidsmodell på, på en måte. Sånn som konsernsjef i DNB kaller for Renemies at vi må ha, altså hold dine venner nært men dine fiender enda nærmere.

Kristina (10:40): Skjønner, det høres bra ut. Men når dere tenker på miljø, I hvilken grad legger dere vekt på miljø når dere utvikler nye prosesser? Igjen hvis du skal svare fra en skala fra 1 til 5.

Informant (10:55): Jeg vil si det er en 5, fordi at hadde ikke det vært et miljøperspektiv i det prosjektet som vi har valgt å satse på nå, spesielt med den teknologiske utviklingen som den representerer, så hadde vi aldri fått lov til å investere så store verdier i et high risk case, så det er liksom det vi, en visjon om at vi skal få rene råvare utfra det perspektivet, og at vi har fått lov til å investere i et ukjent teknologi og utviklet teknologi da.

Kristina (11:35): Så det er veldig viktig når dere utvikler nye prosesser?

Informant (11:40): Veldig viktig.

Kristina (11:44): Er robotisering en ettertraktet løsning for avfalls- og renovasjon bransjen synes du?

Informant (11:52): Det er mange som snakker om det og det er mange som tror det, men det er veldig få som tør å satse på det.

Kristina (12:01): Nå har jeg vært i kontakt med mange i avfallsbransjen, og det virker som det ikke er helt kommet inn ennå nei. Det er mange som sier at det kommer ganske fort, men det tar tid.

Informant (12:21): Det er en veldig konservativ bransje da, også er det sann at hvis ikke det er "proven" teknologi, og hvis du ser på teknologiutvikling i avfallsbransjen så har den stått stille de siste 10 årene nå. Så det er veldig konservativ tilnærming til teknologi i avfallsbransjen.

Kristina (12:41): Ja, jeg lurer på om dere er nesten de første som har turt å satse på roboter per i dag faktisk.

Informant (12:50): Ja, i hvert fall i så stor skala. Det finnes en del, som heter Zen Robotics som har liksom sånne mobile småskala robot anlegg men det er et fullt integrert og inn i største anlegget vårt i konsernet, og heilt som sagt det er et prosjekt for konsernet, det er liksom gått "all inn" på roboter og kunstig intelligens.

Kristina (13:24): Sånn som jeg snakket om firma på Klepp, de som driver med roboter. Har dere hørt om de eller vært i kontakt med de?

Informant (13:30): Jo, Robot Norge har vi jo både jobbet med før og vært i kontakt med de i denne prosessen.

Kristina (13:33): Skal vi se, Hvilke ønsker stiller dere til robotteknologi sånn frem tidsmessig?

Informant (13:48): Altså roboten i seg selv er jo en proven teknologi på en måte, det verktøy som har kommet til roboten og programmeringen som blir nøkkelen til at roboten skal lykkes da. Det blir gjerne kompetanse som er nøkkelen til suksess i robotics.

Kristina (14:22): Sånn, motivasjonsfaktorer for å implementere automatiseringen med maskiner med kunstig intelligens, hva type motivasjonsfaktorer har dere? Er det miljø, eller er det redusere feil i produksjonen, øke effektiviteten eller andre ting.

Informant (14:43): Alle henger litt sammen da, for at vi skal gjøre det for miljøet så må vi finne et kostnadseffektiv måte å sortere ut råvare da og skal vi gjøre det kostnadseffektivt så må vi være effektive i en stor skala. På en måte, vår motivasjon til å finne løsninger om miljøperspektivet, men vi vet at svaret for å møte miljøperspektivet er å være mer effektiv og bærekraftig løsninger.

Kristina (15:18): forventer dere at robot teknologien skal kontinuerlig forbedres eller skal det komme helt nye løsninger i fremtiden for at det skal slå gjennom?

Informant (15:33): Jeg tror det vil forbedres, jeg tror ikke helt på at robotisering, altså det er ikke behov for å revolusjonere robotisering og finne nye løsninger. Det som er behov for er det å finne verktøy for at robotene skal bli utviklet på en smart måte da.

Kristina (15:53): Så det skal kontinuerlig forbedres, det som allerede finnes fra i dag?

Informant (16:00): Ja.

Kristina (16:02): Ja, dere har jo allerede kjøpt robot da, men kan du forklare litt mer om hva den roboten skal gjøre? Skal den plukke ut noe av båndet holdt jeg på å si?

Informant (16:21): Du kan si at, hvis du ser det på et tradisjonelt sorteringsanlegg det som er beste valg teknologi, så finnes det mekaniske sorterings trinn som er velprøvde og fungerende løsninger også finnes det optiske sorterings trinn som er basert på sånn der lyser på et material også får du et lysrefleksjon som du leser i en sensor også kan du da fastslå hva dette materialet er basert på lyskurve. Det som er utfordringen med alle disse mekaniske og optiske trinnene, er at de har sine begrensninger og måten sorterings bransjen har løst dette her før på det er å legge på flere av disse trinnene i serien og for å få den materialkvaliteten på, si 99,9% ren råvare, det du ønsker å sortere ut, så må du ha en såpass som, mange antall maskin med at de gir et justering case som du må ha veldig dyp lomme for å få redusert den. Og det som er løsningen nå til dags, er at du har x antall mekaniske, optiske trinn også har du x antall folk etter teknologien da som sorterer, sorterer ut manuelt. Så vår svar på ikke ha folk i et høykostland til å sortere ut søppel, det er et monotont arbeid så det er roboter som gjør det istedenfor da. Så roboter ligger plassert over i et band med optiske vision system i forkant som skal gjenkjenne materialet som skal være en del av den materialkvaliteten som vi ønsker, så skal den plukke ut det som ikke skal være med.

Kristina (18:23): Nå har du allerede nevnt den type begrensning med dette med det optiske men, tenker du igjen for fremtiden ser du noen andre begrensninger sånn teknologi kan medføre? Eller konsekvenser som kommer i ettertid.

Informant (18:49): En åpenbar begrensning på optiske systemet da, det er jo da hvis du har et papir som er dekket med plast eller noe annet da, eller et objekt oppå hverandre så vil du kunne gjenkjenne det øverste objektet, men ikke det som er under. Så det å på en måte fordele materialet jevnt over et band uten at det blir stablet oppå hverandre er en begrensning også den største, hvis materialet blir vått eller har mat restavfall på seg og sånn den type ting eller blir klebrig.

Kristina (19:37): Ja, så kan det blir vanskelig for sensoren å gjenkjenne og registrere det riktig. Så har jeg et spørsmål til, igjen dere har allerede investert men i forhold til realistisk pris for at det skal lønne seg. Har du noe tanker om det?

Informant (20:10): Det er veldig avhengig av på en måte volum som skal kjøres gjennom da. Hvis du har 100 000 tonn materialet som skal kjøres gjennom, så kan det ligge i et området mellom 40 og 80 millioner kroner. Også kan det eskalere med hvis 100 eller 100 000 tonn med 100%, så blir det liksom 1 til 1 i forhold til opp og ned skaleringen da.

Kristina (20:50): Skjønner, så det kommer veldig an på nytteverdien.

Informant (20:55): Du må fordele investeringskostnad på materialet da som du skal kjøre gjennom da og selge det som råvare, også er det veldig forskjellig fra selskap til selskap på hva krav de har på investeringene.

Kristina(21:20): Kommer du på noe ekstra som kunne vært viktig?

Informant (21:33): Nei, hvertfall den kompetanse biten savner vi veldig både i akademiske og når vi søker etter kandidater som har både industriell robotisering bakgrunn eller interesse så er det en mangelvare.

Kristina (22:02): Det er veldig interessant å få med seg.

Informant (22:06): Ja, det er en kjempe mangelvare og det er en grunn til at vi måtte ut i verden for å finne både teknologi, leverandør og samarbeidspartnere. Vi måtte ut av landet for å finne kompetanse.

Kristina(22:22): Det var vanskelig å finne noen i Norge?

Informant (22:30): Det var mange som, f.eks Robot Norge da, vi har vært i dialog med de ganske lenge, men for de hadde så hadde dette blitt et nytt og utviklingsprosjekt, nytt området, mens vi trengte noen som hadde erfaring og kunne stå bak sine påstander uten at de gikk konkurs og ikke klarer å levere i henhold til avtale da.

Kristina (23:03): Har dere vært i kontakt med Zen Robotics i Finland også?

Informant (23:07): Ja, De også var en umoden, veldig nisje for nesten for byggebransjen. Det sånn High Volume som vi trengte så hadde ikke de drevet med det.