

MASTER

The impact of digitalisation on the product development process in different industries an explorative research

Emons, B.

Award date:
2004

[Link to publication](#)

Disclaimer

This document contains a student thesis (bachelor's or master's), as authored by a student at Eindhoven University of Technology. Student theses are made available in the TU/e repository upon obtaining the required degree. The grade received is not published on the document as presented in the repository. The required complexity or quality of research of student theses may vary by program, and the required minimum study period may vary in duration.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain

Graduation Report:

The Impact of Digitalisation on the
Product Development Process in
Different Industries.

An Explorative Research

By Bjorn Emonts

*Student Industrial Engineering and Management Science,
Subdepartment Quality and Reliability Engineering
Faculty of Technology Management,
Eindhoven University of Technology*

Supervised by:

Ir. S. Minderhoud

Prof. dr. ir. A.C. Brombacher

Dr. Y. Lu

Abstract

This report describes the impact that the digitalisation of products is having on the product development process of companies in different industries. The opportunities of digitalisation are examined by a survey at twelve companies in different industries and, based on a case study, a framework for a "generic" product development process for a digital programmable product is designed.

Management Summary

This report is the final result from the graduation project performed by the author. This research project contributes to the research done by the department of Quality and Reliability Engineering of the Faculty Technology Management at the Eindhoven University of Technology. This research focuses on the development of design strategies that stimulate early product optimisation by facilitating iterations with respect to performance, quality and reliability early in the design process.

The central goal of this research project is to design a framework for a 'generic' product development process of a digital programmable product with focus on three areas of research:

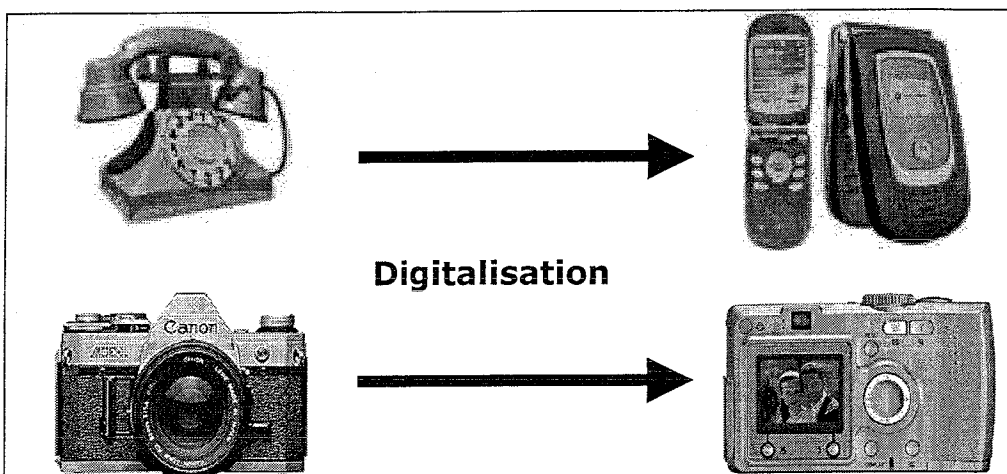
- ❖ Product upgrading after market launch
- ❖ User involvement in the product development process
- ❖ Internal versus External innovation

Analysis from the literature research, performed before starting the graduation project, showed that because of the rapid changes in technology, product life cycles are shorter than ever, so that the window for making a profit on a new product is smaller than ever. New entrants rapidly enter any and all new product lines in order to squeeze out a profit. As a result, the prices of new products rapidly fall within a few months after their market launches. Especially in strongly innovative sectors, like consumer electronics, the profitability of a product is highly dependent on the time-to-market. Additionally, product complexity increased enormously. Not only for the developers of the product, but also for the customers.

In the last decades, companies identified the need to reduce the time-to-market in order to stay competitive and, despite the complexity, adapt the product to the customer's needs as much as possible.

In order to reduce the time-to-market, companies adopted concurrent engineering and iterative development techniques. Tools like FMEA and QFD were introduced in order to determine the customer needs.

In the last decade, software has started playing a more important role in new products. Two very obvious examples of this digitalisation of products are the mobile telephone and the digital photo cameras as shown in the following figure.



Because of this digitalisation, opportunities for the development process of digital programmable products have arisen. A digital programmable product is defined as a product in which the software can be replaced without changing the hardware.

The opportunities of digitalisation, as determined in the early literature research, are:

❖ *Product upgrading after market launch*

Because of the digitalisation of technology, the possibilities to further innovate, upgrade (the software of) products in the market and to add functionalities to existing products have increased. The product can be adapted to the different customer demands in the market.

❖ *Internal versus external innovation*

New products can be innovative for all kinds of persons involved. A product can be new for the innovator, who has never developed a product with some kind of technology. A product can also be completely new for the user: the user might not know what can be done with the new product. A distinction can be made between two different types of innovation:

- External innovation: Existent products/technologies can be developed and launched in new markets as a result of the digitalisation and the resulting cost reduction.
- Internal innovation: New products/technologies are developed and launched in existent markets.

Because of the digitalisation, the number of options and possibilities in the product's functionalities have increased tremendously. This increases the possibilities for external innovations.

❖ *User involvement in the product development process*

Users can be involved in the product development process (PDP) in order to find out what the user actually wants or needs in the new product. Because of the digitalisation of products, it is possible to involve these users already in an early stage of the product development process before the entire digital programmable product has been specified.

From the early literature research, it turned out that, besides the consumer electronics industry, this trend of digitalisation could be observed in more industries. Therefore, the research question, determined for this explorative research project is formulated as:

What is the effect of the digitalisation of technology on the product development process of digital programmable products in different industries with regard to three fields of research:

- ❖ *Product upgrading after market launch*
- ❖ *Internal versus external innovation*
- ❖ *User involvement in the product development process*

The research plan for this research project consists of three research instruments. *Literature* is used to find out about the topic of research in general. Literature also helps creating the *survey* in which the research questions are answered more specifically. A *case study* is performed as a basis for the final framework.

The framework gives an overview of a 'generic' product development process for a digital programmable product with respect to the three fields of research.

The first research instrument, literature, provided the following insights on the three research areas:

Product Upgrading after market launch

- ❖ The research area of product upgrading is mainly found in literature on the ICT industry. This upgrading of products is called patching. However, this concerns completely software products. Nevertheless, views and problems from this industry can be used when analysing other industries in which the products consist of both a software as well as a hardware component.

Internal versus External Innovation

- ❖ Internal innovation projects represent cases that are dominated by internal (technical or industrial) uncertainty. In these projects the level of uncertainty on one internal dimension (technical or industrial) is high, but you have confidence that you know the markets and segments you eventually want to serve.
- ❖ External innovation projects represent cases with a high external (market) uncertainty. In external innovation projects you are confident you can develop the technology but you are not sure which combinations of attributes the market will eventually prefer.

User Involvement in the product development process

- ❖ Though some companies involve specific types of users at different stages of the product development process, other companies rely more on general, ongoing user research that does not necessarily correspond to a specific stage of the process or a certain product. Many companies find that this information helps in monitoring overall trends in user preferences and determining how to improve current offerings. Companies can realise greater product development results by leveraging findings from both ongoing user research and targeted interaction with users.
- ❖ Certain types of users are better suited for product testing and product feedback in different stages of the development process. For example, when testing a cutting-edge, high-tech, new concept targeted at the technologically sophisticated, lead users and expected early adopters are often the best resource because they embrace and are curious about new innovations. However, when conducting the final round of user testing of a product targeted at the mass market, a broader selection of general users is typically most appropriate. When trying to identify trends in user preferences and determine user's likes and dislikes, data from ongoing, general user research is often the most revealing source of information.
- ❖ Three types of customer involvement can be identified:
 - *Design for the customer*
Denotes a product development approach where products are designed on behalf of the customers. Data on users, general theories and models of customer behaviour are used as a knowledge base for design. This approach often also includes specific studies of customers, such as interviews or focus groups.
 - *Design with the customer*
Denotes a product development approach, focusing on the customer, utilising data on customer preferences, needs and requirements as in a "design for the customer" approach, but, in addition, includes display of different solutions/concepts for the customers, so the customer can react to different proposed design solutions.
 - *Design by the customer*
Denotes a product development approach where customers are actively involved and participate in the design of their own product.

The second research instrument, the survey, was executed in semi-structured interviews at twelve companies in various industries:

- ❖ Pacemaker Industry;
- ❖ Space Travel and Aviation industry (2);
- ❖ Medical Systems (2);
- ❖ Copier and Printer Industry (2);
- ❖ Hearing Devices Industry;
- ❖ Automotive Industry;
- ❖ Software Industry (3).

The purpose of the survey is to answer the research question in general, focusing on the three research areas. The survey provided the following results and conclusions. Because of the digitalisation:

- ❖ more data about the utilisation and functioning of the product is generated from the field. These data can be used in the development of a new product or an upgrade.
- ❖ the product development process can be accelerated by product upgrades. Because of these upgrades:
 - the product reliability increases, if implemented correctly.
 - the product's life cycle can be extended.
- ❖ the number of possible features and functionalities that can be added to a product relatively easy with relatively low costs have enormously increased. This also increases the possibilities to confront users with an early prototype of the new product in an early phase of the product development process.
- ❖ the time-to-market of a product can be reduced. A product with "satisfactory functionality" is launched to market. After market launch, the product is upgraded, based on the initial product specification, until the product completely conforms to this product specification. This product specification can change in time because of changing market or user demands or competitor's products. This type of upgrading is seen in the copier and printer industry and in the medical systems industry.
- ❖ more attention is paid to external innovation. Because of the digitalisation and the resulting cost reduction, the possibilities to develop products with existent technology for a new market have increased. This can be seen as re-use of technology for a different market or market segment.

As mentioned before, the number of possible features and functionalities that can be added to a product, have enormously increased. This increase also lead to an increase of the complexity of the product for the user. It is a challenge to reduce the complexity for the user as much as possible, and thereby realising an optimal use of the available functionalities.

Companies do not structurally make a distinction between different types of product development processes. However, a distinction between external and internal innovation can be observed in the examples coming from the interviews:

- ❖ In the examples of external innovation, focus is placed in the product development process on adapting the current product to the expectations of the future user.
- ❖ In the examples of internal innovation, focus is placed in the product development process on the engineering activities and the testing of the new product or technology.

The third research instrument was a case study at one of the participating companies from the survey (Developer of Medical Systems (1)).

The main purpose of the framework is to show how companies in different industries could benefit from the opportunities of digitalisation in their product development process.

The innovation process is divided into three subprocesses:

❖ *Roadmap definition*

On a strategical/tactical level, product and technology roadmaps are defined and developed based on the market and competitive strategies and the technology and capability strategies. Internal and External innovation projects are initiated.

❖ *Internal Innovation*

In an internal innovation process, new technologies are developed. For these technology initiatives, first the theoretical feasibility is investigated. After determining the practical feasibility, focus is placed on reducing the technical uncertainty in the process of maturing of the new technology by feasibility studies and investigation.

❖ *External Innovation*

The external innovation process is the actual product development process in which the available technology (off the shelf technology) can be used in the development of a new product. The project phases (and milestones) from the case study are used in the external innovation process. The user involvement moments and different types of upgrading, coming from the survey and the case study are used in the framework.

The distinction between internal and external innovation processes can indirectly be attributed to the digitalisation of products because of the complexity that the digitalisation generated.

Different types of upgrading were identified. On the one hand, technical upgrades are initiated early in the product's life cycle in order to optimise the production process or the product. On the other hand, commercial upgrades are initiated later in the product's life cycle in order to adapt the product to new types of users or to other markets, or to add functionalities to products in the field.

At some moment in the product's life cycle, it is not profitable anymore to perform an upgrade. The most important reason is that the hardware of a product is at the end of its technical life cycle or the technology is at the end of its commercial life cycle.

Although the framework is based on only one case study, many focus points can be generalised for other industries. The three opportunities all generate possibilities to reduce time-to-market and improve product reliability. Companies should investigate these possibilities and adapt the framework to the specific characteristics of their industry and development processes. Possibilities to reduce (development) costs because of the three opportunities of upgrading, are not investigated in this research project.

Preface

This thesis is the final result of my 9-month graduation project at the department of Quality and Reliability Engineering (QRE) at the Eindhoven University of Technology. This research contributes to the research area of the department of QRE. The central goal of the project is to "Design a framework of a 'generic' product development process for a digital programmable product, considering the three opportunities of digitalisation."

Regarding the explorative nature of this project, many questions remain unanswered. I am convinced that this research project contributes to a broader view on product development in different industries and hopefully, this research project will be followed up and the research area will be explored by more graduation students.

It were nine very interesting months in which I learned a great deal about the trend of digitalisation in different industries and the impact on the product development process of digital programmable products. It also gave me the opportunity to gain insight in different industries that was very interesting for me. This graduation project also gave me the opportunity to work intensively on my analytical and research skills.

I would like to thank my supervisors for their effort, support and feedback. Thank you Simon Minderhoud, Aarnout Brombacher and Lu Yuan! I also would like to thank all participating companies from my research project. Without your help, these results would not have been obtained! A final thank you to the people who supported me in these five years of my study (thank you mom and dad, and all the others). There were a couple of difficult hurdles that I had to overcome but things all worked out fine and I am glad that I can say 'I did it!'

Bjorn Emonts

Eindhoven, November 2004

Table of Contents

Abstract	i
Management Summary	ii
Preface	vii
Table of Contents	viii
1 Introduction.....	1
1.1 Subdepartment QRE.....	1
1.2 Product quality in strongly innovative business processes.....	1
1.3 The research project.....	2
1.3.1 Digitalisation of products	2
1.3.2 Opportunities of digitalisation	2
2. Research model	4
2.1 The main research question.....	4
2.2 The research scope	4
2.3 The research plan	5
2.4 Research instruments	5
2.4.1 Survey using a semi-structured interview.....	5
2.4.2 Case study using the MIR method	7
3. Evaluation of the research field	8
3.1 Upgrading of products after market launch.....	8
3.2 Internal versus external innovation	9
3.3 User involvement in the Product Development Process	10
4. Survey.....	13
4.1 Survey plan.....	13
4.2 Results of the survey.....	14
4.3 Analysis of the results of the survey	28
5. Case Study	35
5.1 Case Study Plan.....	35
5.2 Results from the case study	35
5.3 Design: 'Generic' PDP for a digital programmable product	40
5.4 Analysis of the design	42
6 Conclusions and recommendations	44
6.1 Conclusions and recommendations from the survey.....	44
6.1.1 Upgrading	45
6.1.2 User Involvement	46
6.1.3 Internal versus external innovation	47
6.2 Conclusions and recommendations from the case study	48
6.3 Points for further research.....	49

1 Introduction

In this section, an overview is given of the research area of the subdepartment of Quality and Reliability Engineering (QRE) at Eindhoven University of Technology. My research project is positioned in the context of the subdepartment's research area and the set up of the report is described.

1.1 Subdepartment QRE

In modern product development many companies struggle to maintain a balance between on the one hand performance and innovation (realising a product that does what it should do) and on the other hand product quality and reliability (realising a product that does not what it should not do). The use of new technology may be beneficial with respect to achieving certain advantages in terms of functionality and cost but (often unproven) new technology in combination with customers not familiar to this new technology may lead to all sorts of unanticipated quality and reliability problems.

The research under the heading Quality and Reliability Engineering deals with controlling and improving the quality, reliability and safety of products, focusing on the analysis, design and control of the relevant technical-operational business processes. In this context *control* implies both the *modelling* and *analysis* of product quality and reliability [QRE04].

The research of QRE has defined two sub-programmes, each concentrating on different combinations of products and business processes:

- ❖ Product quality in strongly innovative/dynamic business processes (QIP)
- ❖ Product reliability, availability, maintainability and safety in stable business processes (RAMS)

This research project can be placed in the first sub-programme (QIP). This sub-programme is further explained in the next section.

1.2 Product quality in strongly innovative business processes

The sub-programme QIP strongly focuses on information flows relating to product Quality and Reliability during the lifecycle of products.

The research program concentrates on defining models on information gathered for each of these purposes. In this context it is not only necessary to regard the collection and processing of the data but also the users of information and their position in the corresponding business processes.

The program concentrates on the aspects of product quality that are linked with the design, realisation and utilisation. Product quality is interpreted as conformance to requirements [QRE04].

Explicit attention is given to:

- ❖ The development of fast feedback systems for use in the design process of strongly innovative products (*QIP1*)
- ❖ The development of dynamic high-resolution analysis systems for the root-cause identification of performance, quality and reliability problems (*QIP2*)
- ❖ The development of design strategies that stimulate early product optimisation by facilitating iterations with respect to performance, quality and reliability early in the design process. (*QIP3*)

This research project can be placed in the third field of attention (QIP3). The research project is further explained in the next section.

1.3 The research project

An enormous pressure on the time-to-market for new products can be observed [Gra01]. Companies need to find ways to reduce the product development time on one hand and, deal with the increasing complexity on the other hand. A trend that can be observed is the digitalisation of products and technologies [Emo04]. This trend of digitalisation is further explained in the next section.

1.3.1 Digitalisation of products

In the current market situation a trend towards digitalisation can be observed [Gra01][Emo04]. As an example, three generations of photo-cameras are presented in figure 1.1.

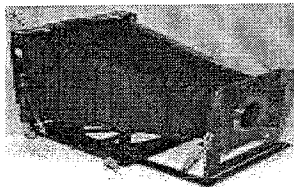


Figure 1.1a
Photo camera ± 1920

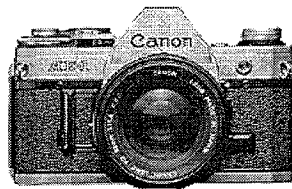


Figure 1.1b
Film Camera 1976

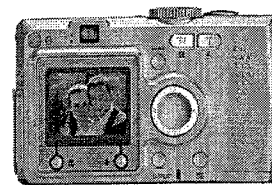


Figure 1.1c
Digital Camera 2004

Products become more and more digitised. In earlier times, the product's hardware determined which functionalities could be executed by the product. Nowadays, it is mainly the software that determines which functionalities can be performed by the product. This digitalisation creates large opportunities in the field of product development. Those opportunities are described in the next section.

1.3.2 Opportunities of digitalisation

The digitalisation of the technology creates large opportunities for the development process of new digital programmable products. A digital programmable product is defined as a product in which the software can be replaced without changing the hardware. The three opportunities of digitalisation that were identified are [Emo04]:

- ❖ *Product upgrading after market launch*
Because of the digitalisation of technology, the possibilities to further innovate, upgrade (the software of) products in the market and to add functionalities to existing products have increased. The product can be adapted to the different customer demands in the market.
- ❖ *Internal versus external innovation*
New products can be innovative for all kinds of persons involved. A product can be new for the innovator, who has never developed a product with some kind of technology. A product can also be completely new for the user: the user might not know what can be done with the new product. A distinction can be made between two different types of innovation:
 - External innovation: Existent products/technologies can be developed and launched in new markets as a result of the digitalisation and the resulting cost reduction.
 - Internal innovation: New products/technologies are developed and launched in existent markets.

Because of the digitalisation, the number of options and possibilities in the product's functionalities have increased tremendously. This increases the possibilities for external innovations.

❖ *User involvement in the product development process*

Users can be involved in the product development process (PDP) in order to find out what the user actually wants or needs in the new product. Because of the digitalisation of products, it is possible to involve these users already in an early stage of the product development process before the entire digital programmable product has been specified.

These three opportunities can be linked to each other as shown in figure 1.2.

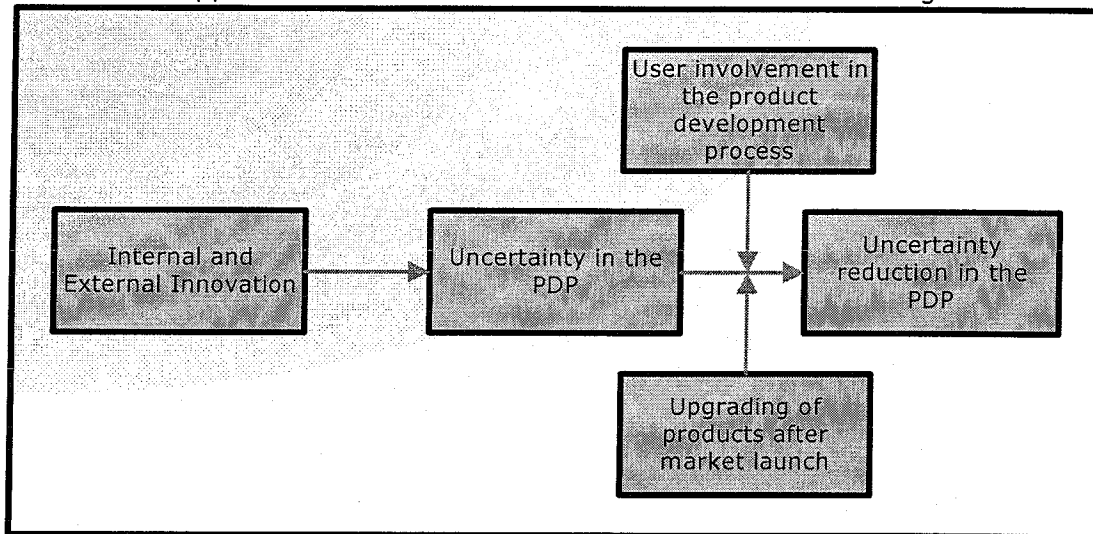


Figure 1.2 Linkage of the opportunities

Internal and External innovation both create uncertainty in the product development process. Involvement of users in the product development process and the upgrading of products after market launch can be used to reduce this uncertainty.

The research project is hereby positioned in the context of the subdepartment's research area.

The report is set up as follows:

- ❖ Chapter two describes the research plan and the research question is formulated
- ❖ Chapter three to five consecutively address the three research instruments used in this research project: literature, a survey, and a case study.
- ❖ Chapter six presents the main conclusions and recommendations for the research field.

2. Research model

The trend of digitalisation is relatively new in the research field of the department of Quality and Reliability Engineering. In such a new research field, the type of research that is conducted has the characteristics of explorative research. De Groot [Gro72] defines explorative research as follows:

"Explorative research is *empirical research* that is appropriate when the researcher is, on a *relatively broad domain with little useful theory*, confronted with an amount of observations or variables for which *relatively few relevant facts are known*. The goal of this kind of research is mainly not the ordering of facts or the creation of an overview of 'the existing', but it aims at *establishing relations* that are considered to be *relevant for a certain theoretical or practical goal*. The researcher starts from certain *expectations*, from a more or less *theoretical frame*: he is trying to find relations in the material, but these are not defined by him in advance in the form of sharp hypotheses that can be tested.

In this research project, no sharp hypotheses can be formulated, only expectations about the three opportunities (as described in the first chapter) can be made also because the field of research is relatively new.

In this chapter, the research model for this project is explained. The research model consists of four parts:

- ❖ *The main research question*; what is examined (section 2.1)?
- ❖ *The research scope*; which part of the world is examined (section 2.2)?
- ❖ *The research plan*; how is this examined (section 2.3)?
- ❖ *The research instruments*; which instruments are used (section 2.4)?

2.1 The main research question

Many industries face the opportunities of the digitalisation of their products [Emo04]. However, facing these opportunities is not enough. Companies have to find a way to deal with these opportunities in order to gain competitive advantages. Since this area of research is relatively new for many companies, the way in which they deal with these opportunities may differ from one industry to another. Therefore, the main research question for my research project is:

What is the effect of the digitalisation of technology on the product development processes for digital programmable products in different industries with regard to:

- ❖ *Product upgrading after market launch*
- ❖ *Internal versus external innovation*
- ❖ *User involvement in the product development process*

The final design consists of a framework for a 'generic' product development process for a digital programmable product with respect to the three fields of research.

2.2 The research scope

Examining the entire world of product development is impossible. The research scope defines the "part of the world" that is examined.

Industries and companies that may be interesting for the research project, should satisfy certain criteria. The industry and company should:

- ❖ develop innovative digital programmable products
- ❖ upgrade products after market launch
- ❖ involve users in product development

2.3 The research plan

The research plan that is used to answer the main research question that was stated above and to come to a framework, is presented in figure 2.1. This research plan is based on the general research plan obtained from van Aken, van der Bij, and Berends [Ake01].

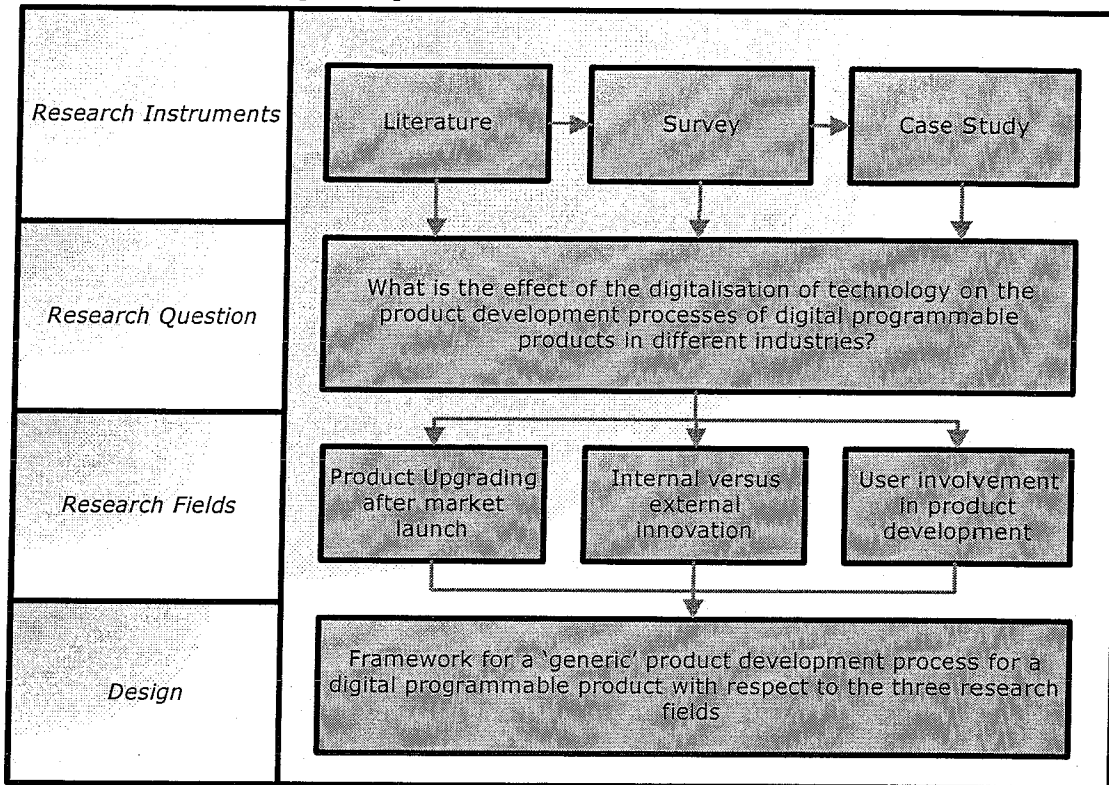


Figure 2.1 Research plan

Literature is used to find out about the topic of research in general. Literature also helps creating the survey in which the research questions are answered more specifically. The findings from this survey are also used to select companies for case study in which the PDP can be mapped. An overview of the research instruments is given now.

2.4 Research instruments

As shown in the research plan, three research instruments are used in this research project:

- ❖ Literature
- ❖ Survey
- ❖ Case study

The literature instrument is mainly used to screen the research field, to select the industries and to get used to the terminology. Literature is also used to explain and to found the results of the other two instruments.

The survey and case study are used to answer the research question and to obtain the framework. The use of the survey and case study are explained in further detail in the next sections.

2.4.1 Survey using a semi-structured interview

Regarding the characteristics of an explorative research project [Gro72], the choice is made to conduct a survey making use of a semi-structured interview.

In this section, the guidelines from theory for using this kind of research instrument are given. In chapter four, the actual use of this survey is explored.

Semi-structured interviews are conducted with a fairly open framework that allow for focused, conversational, two-way communication. They can be used both to give and receive information. Unlike the questionnaire framework, where detailed questions are formulated ahead of time, semi structured interviews start with more general questions and topics. Relevant topics are initially identified and the possible relationship between these topics become the basis for more specific questions that do not need to be prepared in advance [FAO04].

Steps in conducting a survey

The steps in conducting a survey are [Fin95]:

- ❖ *Identify the survey's objectives*
The survey's objectives are its particular purposes or hoped-for outcomes.
- ❖ *Design the survey*
A survey design has to be chosen.
- ❖ *Prepare the survey instrument*
Existent and appropriate survey instruments have to be identified.
- ❖ *Pilot-test the instrument*
A pilot test is an opportunity to try out an instrument before it is made final.
- ❖ *Conduct the interview, administer the survey,*
The survey's administration includes conducting the interview and administering the data.
- ❖ *Organise the data*
Organising survey data is to further administer and work out all obtained information.
- ❖ *Analyse the data*
The data obtained in the various interviews needs to be compared and analysed.
- ❖ *Report the results*
The survey results are reported in order to meet the survey objectives.

Questionnaire construction

The interview takes the form of a script. Its construction requires a marriage of art and science to achieve two primary goals: one is content that addresses the survey objectives; the other is smooth conversational flow. The interview script is composed of three important parts:

- ❖ Introductory statement
- ❖ Eligibility screen
- ❖ Questions

The introductory statement describes the survey and attempts to enlist participant cooperation, and the eligibility screen determines whether the potential respondent is suitable to be interviewed. Once respondents have been selected, the questions facilitate performing the real work of interviewing: data collection. A persuasive and informative introduction to the interview provides the means of obtaining the cooperation needed for successful data collection [Fre95].

Data quality

Data that is obtained by the survey needs to meet some requirements in order to be valuable for the research project. These requirements include [Fre95]:

- ❖ *Validity*: the accuracy with which the survey measures what it is supposed to measure.
- ❖ *Reliability*: the precision, or consistency, of measurements from interview to interview of the data collected by each interview mode.
- ❖ *Generalisability*: the extent to which conclusions about a sample are true about the entire population.

In chapter four, the actions that are taken to satisfy data quality are described.

2.4.2 Case study using the MIR method

In the case study that is performed in order to obtain the framework, the product development process of a representative company that develops digital programmable products.

In order to be able to analyse the product development process, an unambiguous process mapping method is chosen. In this case study, the product development process is mapped using the Maturity Index on Reliability (MIR) method [Bro99], because the MIR method does not only visualise the information flow in a given business process but also monitors the quality of the information of this business process [Mol02].

MIR method

In order to model the quality of feedback structures in a business process, it is necessary to distinguish the separate flows in the process. In a business process, such as product development and realisation, two main flows and a set of control factors can be distinguished [Mol02]:

- ❖ *Physical flow*: The transformation process of ideas and (raw) materials into a working product on the market (feed forward) and of malfunctioning products back to the supplier (feedback).
- ❖ *Information flow*: Information on the above products with respect to function, cost, time, and quality.
- ❖ *Control factors*: Factors that either control the physical flow or the information flow.

A MIR analysis consists of four steps [San99]:

1. All activities in the company with relation to process output are mapped in a so-called activity model, i.e. a model showing the smallest elements in a PCP.
2. Using interviews, the communication between activities is mapped and cross-checked; off-process activities are removed and the resulting information flows and information loops are identified.
3. In the resulting information flows, the MIR level is established via analysis of the documentation of actual events in actual projects.
4. The major bottlenecks determining the current MIR level are identified as priorities for improvement.

A detailed description of the MIR method can be found in Appendix A.

In the case study of the research project, the focus is not on classifying the company, but on the analysis of the product development process of the company in the case study, using MIR as an unambiguous mapping method. Therefore, in the case study, only the first two steps of a MIR analysis are performed.

The research model is now defined. In the next chapters, the three research instruments are executed and the results are presented.

3. Evaluation of the research field

In this chapter, an overview of the main results from the literature research are given. Literature is the first research instrument and is used to screen the research field, select relevant industries and to get used to the terminology. A detailed literature review of the three research fields is presented in Appendix B.

3.1 Upgrading of products after market launch

In this section, the first research field is examined. As shown in figure 1.2, upgrading can be used to reduce uncertainty in the product development process. A detailed literature review of this research field can be found in Appendix B1.

The research area of product upgrading is mainly found in literature about the ICT industry. This upgrading of products is called patching. However this concerns completely software products. Nevertheless, views and problems from this industry can be used in analysing other industries in which the products consist of both a software as well as a hardware component.

Patched software is less likely to have exploitable security vulnerabilities and it is more compatible with new hardware and software. Patches may also rectify stability problems. Certainly nobody expects the software vendor to be flexible about support when the system in question is lacking the latest patches. Software makers are often in a hurry to rush out security fixes, and they might not fully test the patch. Even if a particular patch does work as documented, the provider cannot test it against all possible combinations of hardware and software, so it may be incompatible with a particular installed base [Hei03].

Literature from the automotive industry states that upgrading or adding functionality should not require wholesale replacement of hardware and the labour-intensive installation requirements associated with today's car entertainment systems. The solution is to build standards-based "soft configurability" into the system, where functions can be added through software upgrades without concern for vehicle make or model [Sun02].

Compared to today's in-vehicle electronic systems, the list of capabilities that drivers and passengers will soon have at their fingertips may be limited only by the imagination. The functions of next-generation automotive electronics systems will combine mission-critical automotive control, or "Real Car", applications with convenience, entertainment, and data-driven services.

Today's automotive electronics systems are bought up front as standard or optional equipment during the initial purchase of the car. The drawback of this approach for customers is that the only upgrade path is complete replacement. However, the addition of information, entertainment, and other consumer convenience services does not require the same model. These services should be able to evolve over the life of the car, and be available to consumers as they need them.

With software evolving at a much faster rate than hardware, the ability to quickly distribute new applications to millions of vehicles is a much more important factor than the upgrading of hardware components.

The entire systems package must be configurable because a single size, or mix of options, won't fit the needs of all customers. Car buyers should be provided a choice of options, and the opportunity to upgrade or add functionality or content throughout the life of the vehicle [Sun02].

3.2 Internal versus external innovation

In literature, the concept of internal and external innovation as used here, is not identified. In this section, a parallel for this concept is sought in literature. A detailed overview of this research field can be found in Appendix B2.

Different types of innovation create different types of uncertainty. Den Ouden [Oud04] identifies three types of uncertainty. These are:

- ❖ *Market uncertainty*: uncertainty about what the consumers want and what the market looks like;
- ❖ *Product technology uncertainty*: uncertainty about the behaviour, performance and quality of product technologies;
- ❖ *Industrial chain uncertainty*: uncertainty about the behaviour, performance and quality of production process technologies.

The paper of Den Ouden discusses the impact of uncertainty on the product development process. Since different types of uncertainty exist, it is necessary to distinguish in the structure of a product development process as a function of these different uncertainties.

Den Ouden identifies five different structures of a product development process as a function of the different uncertainties. These structures are not based on the newness of the product but on the uncertainty they generate.

When drawing a parallel between the model from Den Ouden [Oud04] and the concept of internal and external innovation, the following statements about internal and external innovation can be made:

- ❖ Internal innovation projects can be compared with positioning projects and represent cases that are dominated by internal (technical or industrial) uncertainty. In these projects the level of uncertainty on one internal dimension (technical or industrial) is high, but you have confidence that you know the markets and segments you eventually want to serve. Because the major uncertainties deal with alternative technological solutions, the recommended approach could be to work in parallel on more than one technical solution to reduce the risk of making a single wrong bet. Because this is very expensive, as soon as possible testing must reduce the technical uncertainty.
- ❖ External innovation projects can be compared with scouting projects and represent cases with a high external (market) uncertainty. In external innovation projects you are confident you can develop the technology but you are not sure which combinations of attributes the market will eventually prefer. The core question you seek to answer with these projects concerns how future markets will be segmented and what will be the way to develop technology applications for these emerging segments. The recommended approach is to get some prototype offering into the hands of users early in the product creation process, to get feedback in the form of their reactions to the features. Because even fabulously well-researched and technically brilliant products can fail in the marketplace, caution is needed with decisions for investments. The market lies outside a company's boundaries that makes these projects quite different from internal innovation projects.

3.3 User involvement in the Product Development Process

In this section, the third opportunity of the digitalisation of technology is explored: user involvement in the product development process.

One would think that in this technological age, the ability to incorporate user needs into the product development process would be easier than ever. However, in the rush to get new products and services to market faster, companies are finding it more difficult to incorporate user insights into the development process. When it comes to product development decision making, executives are faced with a host of questions, trade-offs and competing priorities that are driven by numerous, difficult-to-prioritize, imperatives [Bad02].

Uncertainty is inherent to the innovation process. This uncertainty might pertain, for example, to a product's functionality or to its design and usability. Firms attempt to reduce uncertainty by acquiring knowledge of consumer habits and interests. An innovation's success depends on a firm's ability to anticipate user demand [Bad02].

The most important reasons for user involvement include:

- ❖ User involvement gives developers an understanding of the operational environment of the system and provides an understanding of how the system will be used [Ipp01].
- ❖ Involving users in the product development process is expected to shorten the time required to discover user needs and produce products that satisfy them [And93].
- ❖ User involvement can be used to determine unmet user needs, determine how users choose and to analyse the competition [Bad02].
- ❖ The more removed a product concept is from the experience of the user, the harder it is to obtain useful information on the product's marketability from concept testing. The process of experimentation with prototypes allows the user to discover new aspects to the technology [Nea98].
- ❖ User involvement can play an important role in assisting the early identification of applications and benefits provided by a new technology thus making the early and clear definition of a technology [Nea98].
- ❖ User involvement leads to agreement between the end user and developers on performance expectations [Ipp01].

Though some companies involve specific types of users at different stages of the product development process, other companies rely more on general, ongoing user research that does not necessarily correspond to a specific stage of the process or a certain product. Many companies find that this information helps in monitoring overall trends in user preferences and determining how to improve current offerings. Companies can realise greater product development results by leveraging findings from both ongoing user research and targeted interaction with users [Bad02].

Certain types of users are better suited for product testing and product feedback in different stages of the development process. For example, when testing a cutting-edge, high-tech, new concept targeted at the technologically sophisticated, lead users and expected early adopters are often the best resource because they embrace and are curious about new innovations. However, when conducting the final round of user testing of a product targeted at the mass market, a broader selection of general users is typically most appropriate. When trying to identify trends in user preferences and determine user's likes and dislikes, data from ongoing, general user research is often the most revealing source of information [Bad02].

Kaulio [Kau98] presents an analytical framework and an interdisciplinary review of seven selected approaches dealing with customer, consumer and user involvement in the different phases of the product development process. The word 'customer' is employed as a synonym for consumer or user. The term 'customer involvement in product development' denotes the interaction between customers and the design process. This framework is presented in figure 3.1.

Kaulio identifies three types of customer involvement:

- ❖ *Design for the customer*
Denotes a product development approach where products are designed on behalf of the customers. Data on users, general theories and models of customer behaviour are used as a knowledge base for design. This approach often also includes specific studies of customers, such as interviews or focus groups.
- ❖ *Design with the customer*
Denotes a product development approach, focusing on the customer, utilising data on customer preferences, needs and requirements as in a "design for the customer" approach, but, in addition, includes display of different solutions/concepts for the customers, so the customer can react to different proposed design solutions.
- ❖ *Design by the customer*
Denotes a product development approach where customers are actively involved and participate in the design of their own product.

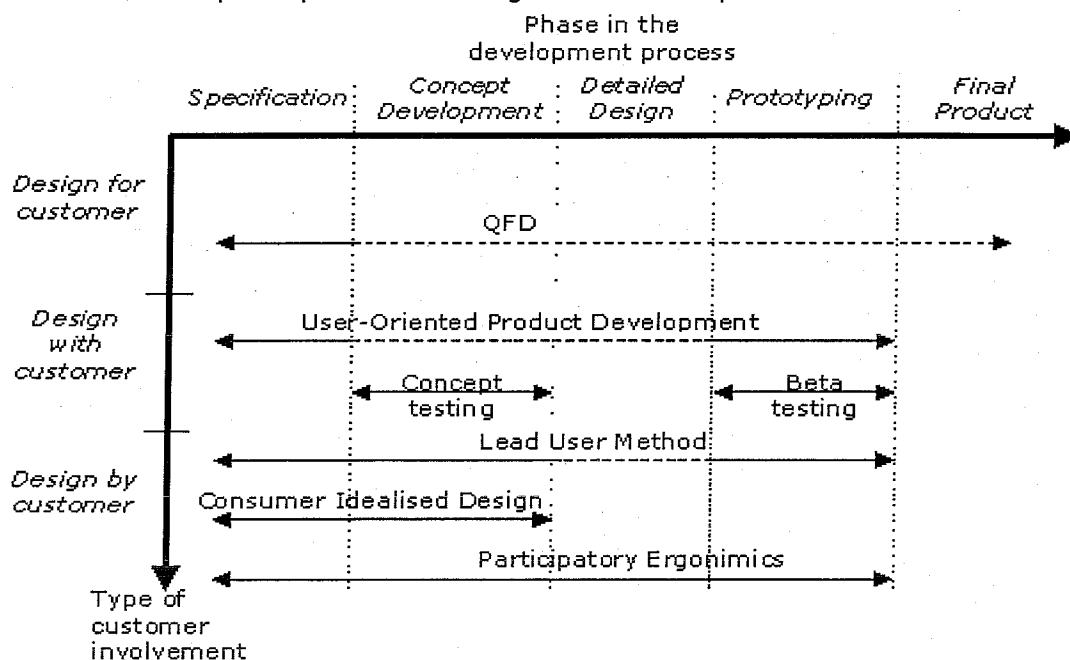


Figure 3.1. User Involvement Framework

The seven methods are explained briefly here [Kau98]:

- ❖ *QFD*
This method, or rather methodology, is described as a system to assure that customer needs drive the product design and production process. QFD prescribes a process model and, by specifying information needed in order to fill the matrices, implicitly specifies and suggests data collection methods. The design process is guided by the voice of the customer. However, the involvement of customers themselves occurs only in the initial phase of the product design process. Feedback from customers in the latter stages of the development process is not explicitly supported by QFD.

- ❖ *User-oriented product development*
User-oriented product development is a human factors/ergonomics engineering approach to product design. This approach is characterised by a problem analysis of user/use requirements with a starting point in the use situation, leading to the formulation of user requirements, a transformation of these user requirements into measurable engineering requirements and an iterative design where prototypes are tested by users and modified by designers.
- ❖ *Concept testing*
Concept testing is an approach that aims to involve customers in the conceptual design phase, preferably known as the concept evaluation phase. Stimulus materials, such as paper-and-pencil sketches, models, mock-ups and prototypes of the product-to-be, are recommended, in addition to verbal communication.
- ❖ *Beta testing*
Beta testing can be described as an approach applied in the latter phases of the product design process, and aims to determine if the product does what it is designed to do in the customer environment. Usually, working prototypes are placed with selected customers in order to test the influence of environmental factors, as well as the level of customer satisfaction.
- ❖ *Consumer idealised design*
Consumer idealized design is described as a process for involving consumers in the actual design of new manufactured goods. The approach deals mainly with the conceptual design and requirement analysis phase of product development, and focuses on involving users in the early phases of the product design process.
The process is conducted as a group exercise similar to that of focus groups. The participants must be carefully selected representatives of the target market. Several groups of ordinary consumers, composed of different market segments, are recommended for best results.
- ❖ *Lead user method*
This approach is described as a methodology composed of the lead user concept integrated with market research techniques. The aim is not, primarily, to establish requirements, but to gain specific solution data from lead users. Lead users are users who face needs that will be general in the marketplace but face them months or years before the bulk of the marketplace encounters them.
- ❖ *Participatory ergonomics*
Participatory ergonomics is an approach used in industrial ergonomics and architecture. The basic idea is that the workers/users themselves actively participate as designers, generate ideas and design their (own) working environment or living space.

The first research instrument, literature, is now finished. In chapter four, the second research instrument, the survey, is executed.

4. Survey

In this chapter, the second research instrument, the survey, is explored. In section 4.1, the survey plan is explained. In section 4.2, the results of the survey are presented. In section 4.3, the results of the survey are analysed.

4.1 Survey plan

The survey plan is the actual completion of the survey. The survey plan consists of four aspects:

- ❖ Introductory statement and survey model
- ❖ Questionnaire
- ❖ Pilot interview
- ❖ Interviews

Introductory statement and survey model

The introductory statement describes the survey and attempt to enlist participant cooperation. This introduction was sent to relevant and interested companies and is presented in Appendix C. It consists of:

- ❖ Introduction of the research project
- ❖ Opportunities in the research field
- ❖ Research question
- ❖ Survey model
- ❖ Eligibility screen: the profile of the interviewee

The survey model gives a clear overview of what is researched. The survey model is presented in figure 4.1. Participants of the companies involved in the survey should have a clear overview of (preferably) all three areas of research.

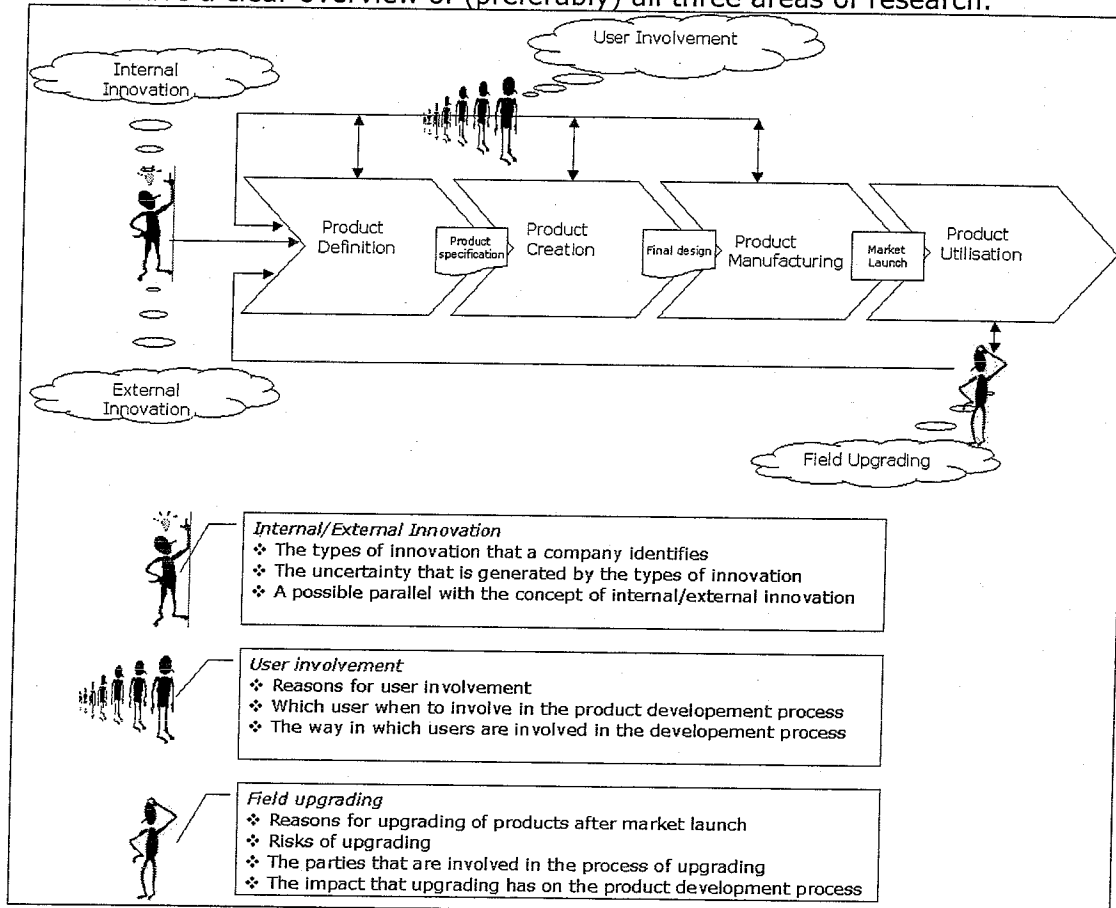


Figure 4.1 Survey model

Questionnaire

As shown in figure 4.1, the three research areas are subdivided in several sub-areas. These are:

- ❖ Internal versus external innovation
 - The types of innovation that a company identifies
 - The uncertainty that is generated by these types of innovation
 - A possible parallel with the concept of internal and external innovation
- ❖ User involvement
 - Reasons for involving users
 - Which user when to involve in the product development process
 - The way in which users are involved in the process
- ❖ Field upgrading
 - Reasons for upgrading products after market launch
 - Risks of upgrading
 - The parties that are involved in the process of upgrading
 - The impact that upgrading has on the product development process

For all three research areas, the impact of digitalisation on the research area plays an important role in the interview.

These sub-areas are the basis for the questionnaire that is used in the interviews. This questionnaire is presented in Appendix D.

Pilot interview

In order to increase the validity of the survey (does it measure what it should measure), a pilot interview is conducted with an engineering manager. The feedback from this pilot interview is used in creating the final version of the questionnaire.

Interviews

Interviews are conducted with companies that fit the research scope and people who fit in the eligibility screen.

As seen in the previous chapter, especially for the research area of field upgrading, limited literature is available. The only literature found is about upgrading in the ICT industry. Therefore, next to companies that develop products with a hardware as well as a software component, also three companies that develop purely software products are involved in the survey.

In the next section the results of the survey are presented.

4.2 Results of the survey

In this section, an abstract of the results of the survey is presented for each company in tables 4.1-4.12. The complete survey reports can be found in Appendices E1-E12.

An overview of the companies that participated in the survey is given in figure 4.2.

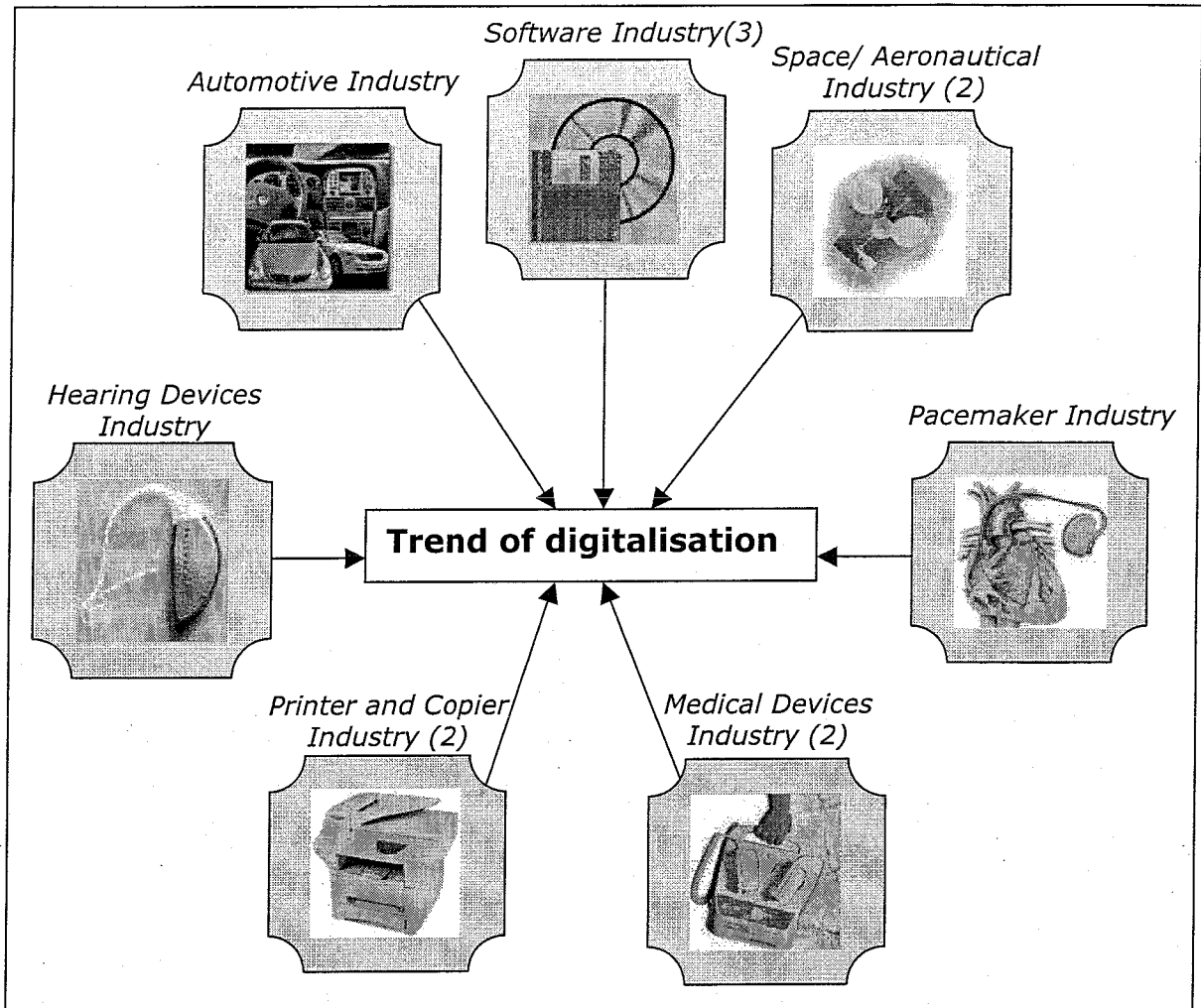
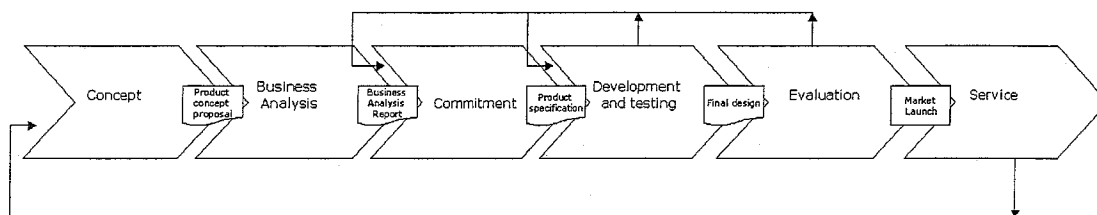


Figure 4.2 Overview of participating companies

Table 4.1 Developer of Pacemakers

<i>Introduction</i>		
<p>The company develops and manufactures pacemakers and pacemaker therapies. In 2003, the company introduced the first digital pacemaker in the world.</p>		
<i>Trend of digitalisation</i>		
<p>The digitalisation of the pacemaker did not change the way of working. The only difference is that there's a software department now. Because of the digitalisation of the pacemaker, more and better information can be gathered from the heart. This information can be analysed better and new and improved therapies and products can be developed.</p>		
<i>Upgrading</i>	<i>Internal/External innovation</i>	<i>User involvement</i>
<p>Products are being upgraded. However, upgrading is not yet a marketing instrument. The market of medical systems is very conservative for these changes.</p> <p>Products are upgraded in order to add functionalities, correct functionalities or to solve problems in the software.</p> <p>A product is upgraded because the development process can be accelerated and the product can be launched to market earlier.</p> <p>In some existent products, functionalities are added and launched as a completely new product.</p> <p>Already implemented pacemakers are also upgraded. Regulation is a problem here because permission is given for a certain product with given functionalities. These functionalities change when upgrading a product.</p> <p>Other problems with upgrading</p> <ul style="list-style-type: none"> • Data storage capacity • Runtime • Interactions with other functions and therapies 	<p>No distinction is made between different types of innovation. For every development project, the same process is followed.</p> <p>The market demands are determined in cooperation with certain doctors and specialists. This is mostly market driven.</p> <p>However, this is partly technology push: the market does not have a clear view about the technological possibilities.</p>	<p>The users that are involved are the doctors and specialists. The final patient is not (yet) involved in the development process. These doctors and specialists form a group of key opinion leaders.</p> <p>Three groups of clients/users can be identified:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Key opinion leaders • Doctors who are not concerned with developments but only want a working product • Purchasing departments who select products based on functionality and price. <p>Only the first group of users is involved in the concept phase.</p> <p>The feedback is generated from the user. By making use of an existent pacemaker in which certain functionalities are downloaded, (kind of early prototype), the feature is verified.</p> <p>In the last years, the way of involving users has not changed. However, the possibilities and options that can be offered to the user have increased.</p>

Product Development Process



In the concept phase, the functional specifications of a feature are determined in cooperation with the doctors and specialists. In the business analysis phase, a business case is built to analyse the costs and revenues of the project. In the commitment phase, the final specifications are determined. In the development phase the engineers design and implement the feature in the pacemaker. In the evaluation phase, a clinical evaluation of the product is performed. For upgrading, the complete development process is executed, but in a higher pace.

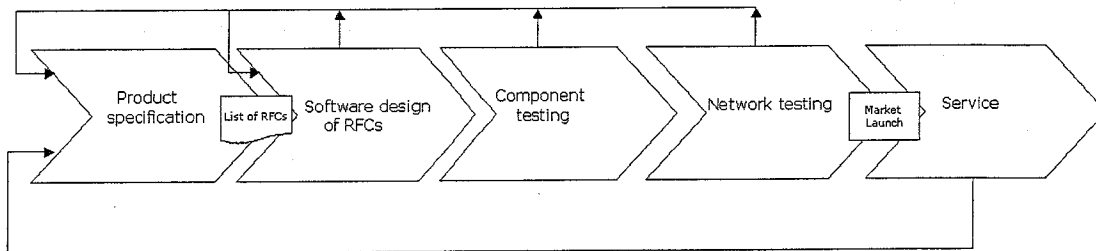
Table 4.2 Space Instruments Research Institute

<i>Introduction</i>		
<p>The company is a research institute that develops instruments for scientific space research. The demand for these instruments comes from the astronomers and the geophysicists. The instruments are offered to NASA and ESA to deploy these instruments in a flight.</p>		
<i>Trend of digitalisation</i>		
<p>The development process of the company has changed because of the digitalisation of products. Designing is now performed with a design tool on a computer system. Before this (about fifteen years ago), designs were made by hand on paper. With the current design tools, it is possible to perform simulations in these software programs. Because of these improvements, the development- and test phase have been simplified and shortened and products have become more reliable. However, products have become more complex and smaller.</p>		
<p><i>Upgrading</i></p> <p>Because of the stringent regulations, the company cannot develop a completely reprogrammable instrument at the moment, which would make it possible to make the instrument perform completely different functions that it does now.</p> <p>Reasons for upgrading:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Performance not according to test results • Change parameters of the observation program or operational modus <p>A problem is that the upgrade does not fit in the FPGA, because the FPGA's capacity is not large enough. Priorities have to be set, which means that some functions cannot be performed.</p>	<p><i>Internal/External innovation</i></p> <p>In the product development process, no distinction is made between internal and external innovation.</p>	<p><i>User involvement</i></p> <p>The final users of the developed instruments are the geophysicists who use the data that the instruments obtain.</p> <p>The specifications are set in the instrument requirements specification. This specification is made together with the geophysicists. These geophysicists are involved within the organisation during the entire development process.</p> <p>These geophysicists give feedback from the field, by informing the system engineer about the performance of the current instruments and to improve the performance in the new instrument.</p>
<i>Product Development Process</i>		
<p>Products that are in the testing phase sometimes have to go back to the requirements specifications phase. This doesn't occur very often, because it costs a lot of money and time. In the phase of post-launch activities, products can be upgraded in the field by returning them to the manufacturing, assembly and integration phase. These upgrades have to be tested thoroughly.</p>		

Table 4.3 Developer of Software (1)

<i>Introduction</i>		
<p>The payment solution provider facilitates Internet payments for their merchants who offer services or products to consumers on the Internet. The company develops new payment systems to their merchants and improves the current payment systems by upgrading.</p>		
<i>Trend of digitalisation</i>		
<p>The automation/digitalisation of the payments comes from the trend of digitalisation. The company was found in the Internet era. So digitalisation/automation is not a trend for the company but a precondition to operate.</p>		
<i>Upgrading</i>	<i>Internal/External innovation</i>	<i>User involvement</i>
<p>Every two weeks a new release is executed.</p> <p>Reasons for upgrading:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Add functionalities to stay competitive • Remove bugs and errors • Efficiency improvements <p>Problems with upgrading:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compatibility with the other systems and upgrades at the merchant <p>Operational upgrades are initiated by the merchant. New payment systems are initiated by the company.</p> <p>In the future, upgrades are released less regular because upgrading is not user-friendly in general.</p>	<p>In the development of payment systems, the focus lies more on the software development than on marketing activities. Marketing stays in contact with the merchants on a regular basis. No distinction is made between internal and external innovation.</p>	<p>Merchants are seen as the users.</p> <p>Merchants are involved because the company gets paid for every transaction. If payment systems do not satisfy the merchant's needs, the merchant will leave.</p> <p>Merchants know how the market will evolve over time. Involving them can improve the continuity of the company.</p> <p>Informal meetings are organised yearly:</p> <ul style="list-style-type: none"> • On a strategic level with managers about expectations in the market • On an operational level with the merchant's operators <p>In the future, the company will focus more and more on the international market. Little information about these markets is present, so by involving merchants, this information can be gathered.</p>

Product Development Process

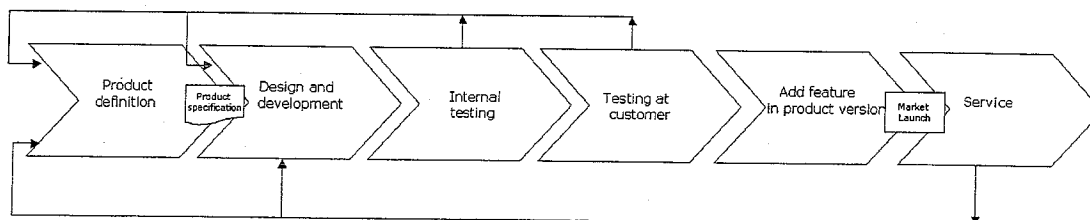


The specifications of a new payment system or upgrade are set first. Based on these specifications, a list of RFCs (requests for change) is created. These RFCs are executed by the software engineers and the software components are tested. The complete system is put on the test server for two weeks then. After a network test, the payment system or upgrade is released to the merchants.

Table 4.4 Developer of Software (2)

<i>Introduction</i>		
The company develops and implements the in-house developed Time Resource Management software.		
<i>Trend of digitalisation</i>		
The automation/digitalisation of the payments comes from the trend of digitalisation. The company was found in the Internet era. So digitalisation/automation is not a trend for the company but a precondition to operate. However, the process of upgrading is automated more and more.		
<i>Upgrading</i>	<i>Internal/External innovation</i>	<i>User involvement</i>
<p>All clients have a support and service contract and get the newest version of the product yearly.</p> <p>The product is adapted to the latest technology and regulation constantly.</p> <p>All software products can be upgraded. However, the revenues generated by an upgrade have to be higher than the effort that an upgrade requires.</p> <p>Upgrades should not be released too often because upgrading is not always user-friendly.</p> <p>In the development of an upgrade, users, marketing, engineers, and management are involved. The user usually initiates the process of upgrading with their questions and demands.</p>	<p>A distinction is made between functional innovation and technical innovation.</p> <p>A functional innovation expands the functionality of the application.</p> <p>A technical innovation creates new technologies for the application.</p> <p>Uncertainty in functional innovation exists when different segments of the market develop an other method or vision for time resource management.</p> <p>Uncertainty in technical innovation exists when it turns out that some things are not yet covered by the software.</p> <p>The company tries to overcome this uncertainty by the feedback that is generated from the market and by testing innovations at small groups of users before integrating it in the Time Resource Management software.</p> <p>Functional innovation can be seen as a more external innovation. Technical innovation can be seen as a more internal innovation.</p>	<p>All additions or expansions of the software package are initiated by feedback from current or potential users.</p> <p>Involving users in product development contributes to the practical usefulness of the product.</p> <p>Three types of users can be identified:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Managers • Administrators • Final users <p>These groups are not involved differently or on a different moment in time. They are involved in an informal way by sending test versions or documentation.</p> <p>The impact of the user's demands does influence the development process:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Low impact: upgrade the current version • High impact: upgrade in the new version <p>During the development phase, user's ideas are verified. A small group of clients receives a prototype that is tested.</p>

Product Development Process



In cooperation with the user, a product specification for a feature is formulated. This feature is developed and tested. Then the feature is tested at some users in the field. Finally the feature is integrated in a new product version.

Table 4.5 Developer of Medical Systems (1)

Introduction

The company develops and manufactures products for hospitals and nursing homes. Products are made for operating rooms, first aids and intensive cares.

Trend of digitalisation

Before the digitalisation, products consisted of mechanical components that gave certain functionality. If a customer wanted another functionality, he had to buy a completely new product. The current product consists of a hardware component connected with a computer. It's the software that determines which functionalities can be executed by the hardware.

Before the digitalisation, a completely new product had to be developed. Now, in many cases, an upgrade will be sufficient to fulfil user demands.

A disadvantage of the digitalisation is that it becomes even more difficult to bring together engineers and users. Engineers talk in terms of bits and bytes, users talk about patients.

The number of product platforms has decreased because of the digitalisation. This lead to an enormous cost reduction.

Upgrading

By upgrading, the development time has been reduced and the number of possibilities has increased. The process of upgrading is comparable to the process of a completely new product but in a higher pace.

The consideration to perform an upgrade instead of a completely new product depends on the phase of the product life cycle the product is in.

Two different types of upgrading can be identified:

- Market demands for a functionality that is not available in the software. A business case is built then to identify risks, costs and revenues.
- User asks for a functionality that is already available in the software, but not (yet) activated. Upgrading is seen here as a marketing tool.

Problems with upgrading:

- Compatibility with existent systems
- Data storage capacity
- User needs to be retrained

Internal/External innovation

No distinction is made in the development process for different products. The distinction between internal and external innovation is not identified.

Before the digitalisation, product development was an engineering process. Now it is possible to use more marketing activities in product development because the user has more options in the functionalities of products.

However, engineering is still dominant in product development, mainly because of the risks involved in the industry.

With the current technology, the sky is the limit. However, it is the market that is very conservative. The focus of the medical world is not on the technology but on the patient.

The medical system industry can play a role in this turnover: a more external way of innovating could have a positive effect.

User involvement

Because of the digitalisation, the user can come with a larger expectation-list than before. Now it is relatively easy to fulfil certain functionality demands for users.

In the technical specification phase, internal engineers and specialists work together in forum discussions and user groups.

In the functional specification phase, brainstorm sessions are organised with sales and service and a group of users (opinion leaders).

A mock up is made of the product after the concept design. Users, IT-specialists of hospitals and nurses are involved here.

A 0-series is made after design. This 0-series is tested extensively and evaluated by a Beta group, consisting for 90% of users by making use of field tests, presentations and questionnaires.

Product Development Process

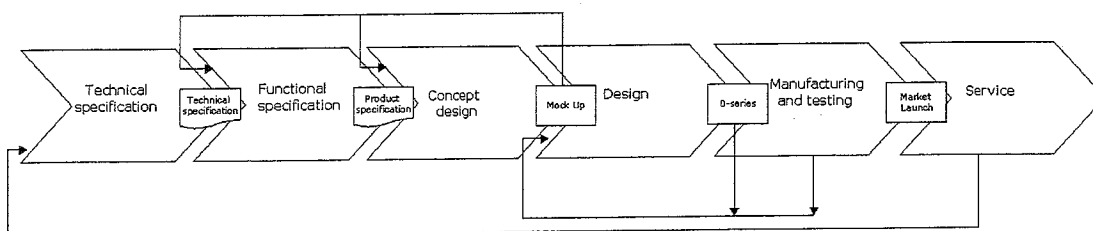


Table 4.6 Developer of Software (3)

Introduction

The company develops, sells and implements company-wide software solutions in the field of Human Capital Management, Financial Management, Customer Relationship Management, and Supply Chain Management.

Trend of digitalisation

The company was at the basis of the digitalisation of the ERP market with their Client-Server solutions. In the year 2000, the company came with a 100% Internet Solution. Development of software according to the latest trends in technology is a part of the company's architecture. Continuously, projects are started in order to investigate the added value of the newest technology.

Upgrading

The reasons for upgrading are the introduction of new functionalities, improvement of existent functionalities and the correction of software errors.

An upgrade is more simple, faster and cheaper than implementing a new version.

The problem with upgrading is doing an upgrade, while the customer has made some adaptations (customisations) in the software or in the underlying database.

The largest risk of upgrading is that the product can contain errors or bugs. This risk is inherent to software development.

By good communication with the customer, the company tries to reduce the possible effects of this risk.

The process of upgrading can be compared to the development process of a completely new product but in a higher pace.

Internal/External innovation

No distinction is made between the development process of an internal and an external innovation.

However, continuously projects are started in order to investigate the added value of the newest technology. This is an example of internal innovation.

Also, the product definition is initiated by requests made by customers, users, partners or legislation. This is an example of external innovation.

User involvement

Users are involved in development because they use the product on a daily basis and they can make suggestions for improvements in functionality and user-friendliness

A distinction is made between:

- Power users, who work with the software constantly (data entry)
- Incidental users, who use the system as an information source (for reporting).

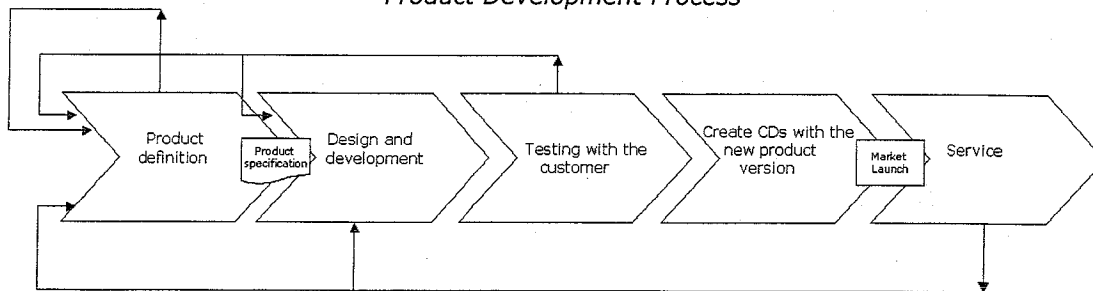
The first group is involved for making the data-entry activities efficient. The second group is involved for the system's functionalities.

Informal meetings are organised to:

- Get feedback from the current product
- Discuss the future solutions
- Test new products or functionalities

The process over user involvement has not changed over time.

Product Development Process



The product definition is initiated by several requests made by customers, users, partners or legislation. Before the final product specification is made, tuning with several customers and partners takes place. Next, the product is designed and users are invited to test the new feature/product/functionality. After this, CDs with the new product version are made and launched to market.

In the service phase, the decision to create an upgrade can be made. This upgrade is initiated in the product definition phase or the design and development phase. This depends on the type of upgrade.

Table 4.7 Developer of Medical Systems (2)

Introduction

The company develops and manufactures product in the field of medical systems. The company delivers one of the world's most robust portfolios of medical systems for faster and more accurate diagnosis and treatment.

Trend of digitalisation

Because of the digitalisation, several trends can be observed in the industry:

- All products need to be connected to each other, exchange data and be compatible
- Products need to be more user-friendly because of the scarcity of personnel
- The customer requires a longer product life cycle, the system has to be renewed all the time
- More bulk-data is obtained from the product in the field. This data is used in product development
- More and more commodity software from the ICT industry is used.

The product architecture has to be prepared for the coming technology. Therefore, more and more platform technology is used for which new releases are launched all the time. A more componentised view of product development is required. This requires different capabilities of the developers and sales force.

Upgrading

A product is upgraded to add the newest functionalities. Developing an upgrade is faster and less expensive than developing a new product.

A new product is developed when the quality of the hardware and software are at their limit, and an upgrade does not improve this quality. It is also possible that the current hardware infrastructure cannot perform the newest functionalities.

Problems in upgrading:

- Different versions of the product in the field: difficult to service.
- Many upgrades from suppliers of commodity software.
- Capacity of the hardware is insufficient.

Three types of upgrading:

- User asks for a functionality that is already available in the software, but not (yet) activated.
- Functionality extensions: a business case is made and evaluated.
- Product is launched in order to reduce time-to-market. and planned functionalities are added later.

Internal/External innovation

Some distinction between internal and external innovation can be observed:

The development of clinical knowledge and the following technology can be seen as a typical internal innovation. The actual realisation of the clinical knowledge and technology in a new product, can be seen as a more external innovation.

The home-defibrillator is an example of external innovation, initiated by the digitalisation and the resulting cost reduction. This product used to be sold to hospitals and ambulances only. Now, the product is also sold in the consumer market. The technology does not change for the developer, but the consumer market has different demands for this product than the specialists. This requires an external way of innovation.

User involvement

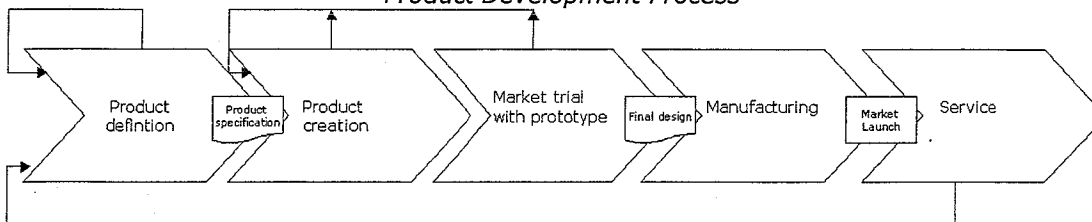
Reasons for user involvement:

- Marketing reason
- Users know best what they want in the new product: university hospitals involved in product creation
- Market exploration: bring the new technology in contact with the user: (university) hospitals involved in product definition
- Product evaluation: in the service phase, customer satisfaction and possible improvements are discussed.
- Stay up to date about the clinical knowledge: not a part of a development project, but it can initiate a new development project.

These users are involved by prototype presentations and sessions in which the user works with the prototype.

Especially in the early phases of product development, the user is indirectly involved. The user is then represented by the service department and the marketers.

Product Development Process



For hardware development, usually a classical stage-gate development is observed. For software development, more and more iterative development is observed because in an iterative development process, the process is accelerated and feedback becomes available earlier.

Table 4.8 Developer of Hearing Devices

Introduction

The company is a worldwide developer and producer of advanced hearing devices. The company has a sales office in the Netherlands.

Trend of digitalisation

Around ten years ago, the digitalisation of hearing devices started. However, for these early hearing devices, the product was programmable, after this, the technology in the product became digital. Now it is possible to install software on the chip in the product.

Before, the audicien had a screwdriver to tune the product. Now a computer is connected to the hearing device to install the parameters and to tune the product.

The trend of digitalisation heavily increased the number of functionalities that can be implemented in the hearing device that adapts the product more and more to the special demands of the final user.

Because of the digitalisation, the emphasis lies on the software that is used to tune and install the hearing device. This requires a lot of training for the audiciens and a good interaction between the company and the audicien to make it as user-friendly as possible.

Upgrading

Products in the field (at the final user, are not upgraded. Technically it is possible to upgrade these products, but the market is not ready for such a revolution. Especially the conservatism of the final user and thereby the market, plays an important role here.

However, features can be added to existent product lines. A new product series is created then. This is a kind of "internal" upgrade.

The capacity of the chip can be a restriction in upgrading. Decisions have to be made for which features to implement and which not.

Also the compatibility of the (upgrades of) software packages for tuning of the product with other (upgrades of) software packages requires a lot of attention.

Internal/External innovation

The market is divided into four segments:

- Budget
- Basis
- Plus
- Top

The company develops new products for the top segment. When a new chip technology is developed, the old technology is "downgraded" to the lower market segment.

The development of a new chip technology is a typical internal innovation. This chip technology is developed and tested, after which it is implemented in a new product.

The "downgrading" of products is a typical external innovation. The different segments have different requirements for a product. The product is adapted to the segment's demands and requirements.

User involvement

The users that are identified are:

- Audiciens and audiologists
- Users with hearing problems

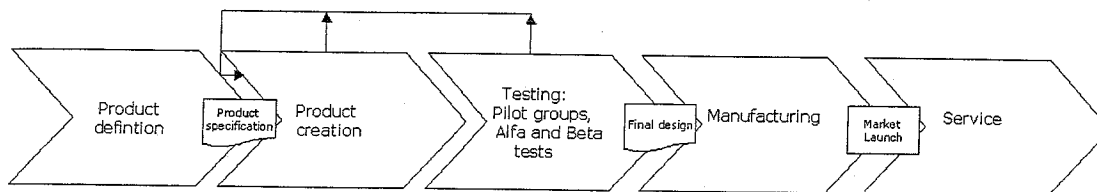
In the specification phase, the audiciens are indirectly involved in the formulation of the product specification by the product managers.

Pilot groups are held after product creation in order to determine whether the product satisfies the user's expectations.

Alfa tests are performed by employees of the company at users with hearing problems. The users are intensively followed and observed.

Beta tests are performed by a select group of audiciens in which the product is installed at some users. The audiciens provide feedback to the company by questionnaires.

Product Development Process



The product specification is formulated by the product managers from the different countries. The market demands are determined by the product managers in close cooperation with the audiciens. Then the product is developed and tested in pilot groups, alpha and beta tests. The product is adapted according to the results of the tests and the product is manufactured and launched in the market. Products in the field (at the final user) are not upgraded.

Table 4.9 Developer of Copier and Printer Systems (1)

Introduction

The company develops multi-functional devices in the field of document management. The company does not only develop copiers and printers but provides complete solution for the document management of their customers.

Trend of digitalisation

The accessibility of products has improved because of the digitalisation. The user interface is developed to improve the productivity and efficiency of the user and the document management process.

Product development is no longer hardware oriented. More attention is paid to creating software solutions for the customer.

A standard product is developed and sold. This product is customised according to the product and configuration demands of the customer.

Cost reduction have been established because of the current product architecture and the re-usability of developed technologies.

Upgrading

A distinction is made between updates and upgrades:

- An update is used for solving problems in functionalities and to improve these functionalities
- An upgrade is used for adding functionalities (at customer request).

In the current product architecture all functionalities are integrated with each other. Compatibility problems are hereby solved.

In some cases the hardware is the restrictive factor for some new functionalities.

The product's reliability and compatibility has improved by using market and Microsoft standards in software development.

Internal/External innovation

Internal innovation is identified in developing a completely new technology in which focus is placed on market exploration and identifying technical and functional specifications of the new technology/product.

Customisations that are performed at a customer can be adopted as a product feature in a new product. This can be seen as an external innovation. Focus is placed on adapting an existent technology to the specific demands of the customer.

User involvement

Users are involved at various moments in the product development process:

- In product definition, users are indirectly involved by marketers and technicians visit current and potential customers
- Before the definition phase, the market and market trends are analysed together with the market specialists
- In product creation, the product specifications are verified with the users and samples and prototypes are executed by marketing.
- In the utilisation phase, feedback from a select group of customers is obtained by questionnaires and focus groups.

In the development of a completely new product/technology the user is involved earlier in the process. Early prototypes are tested in the field by the user.

Product Development Process

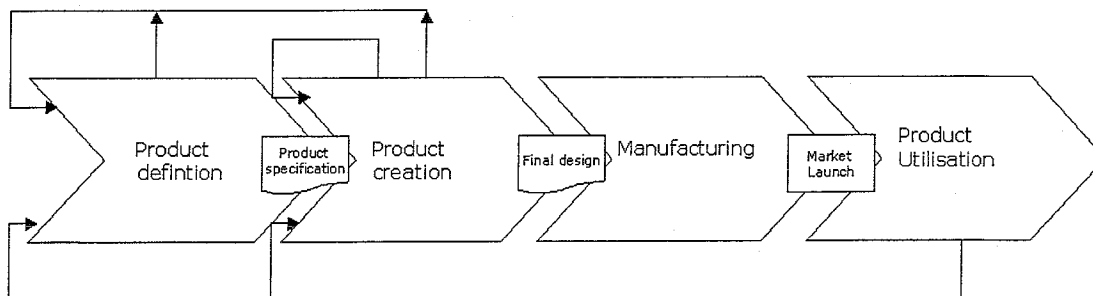


Table 4.10 Developer of Space travel and Aviation Systems

Introduction

The company develops and produces advanced systems for space travel and (military) aviation. Their products include:

- Space travel systems
- Simulators for (military) aviation
- Embedded training software
- Software systems for data processing

Trend of digitalisation

Because of the digitalisation of product, several changes have taken place in the past years:

- Increase of reprogrammability possibilities.
- Increased complexity of products lead to a more central way of software processing.
- A space travelling system can be more and more compared with a computer with peripherals.
- More focus on the integration of different software components.

Upgrading

Most upgrades take place in space. This requires fall-back possibilities and extensive ground testing.

Reasons for upgrading:

- Add/change functionalities.
- Repair software errors.

Two types of upgrades can be identified:

- Upgrading of operating software
- Reprogramming of missions: change the operational sequence of activities.

Problems in upgrading:

- Upgrading of drivers that are used to receive the upgrade
- Compatibility with the ground systems
- Processor capacity

In an upgrade, the entire product development process is performed but in a higher pace.

Internal/External innovation

Technologies that are developed for the space travel industry can be used in the other industries and vice versa. The characteristics of this technology differ among the industries. This can be seen as an external innovation, but leads to many problems in practice because there are problems in converting the demands of a certain industry into the demands of another industry.

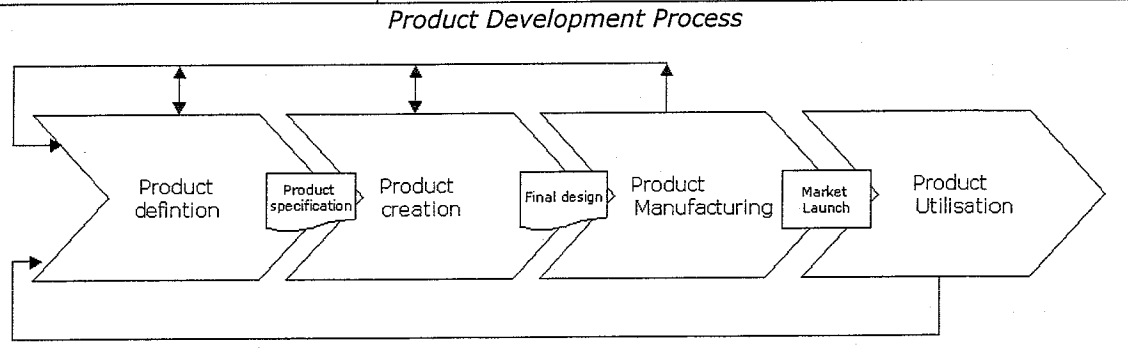
User involvement

In developing space travel systems, the final user is not involved intensively. The lack of interaction between the developer and user can be explained by the fact that in most cases, the company is a subcontractor of the main contractor.

Two types of users are identified:

- Principal: involved at a strategical level about market opportunities.
- Final users: involved at an operational level about the product.

It is very important that the final users have confidence in the product because otherwise they won't risk their lives in using the product. This is done by intensive product testing and involving users in the product development process.



The development process is relatively conservative because of the reliability and safety demands. Time-to-market is not very important. Focus is placed on quality and development costs.

The development process can be characterised as a stage-gate waterfall model in which documentation plays a very important role. The last years, iterative development becomes more important because of the increasing complexity and integration of different software components.

Table 4.11 Developer of Copier and Printer Systems (2)

Introduction

The company develops and produces products and services for the (re)production, presentation, distribution, and management of document flows. The product portfolio consists of software and copier and printer systems.

Trend of digitalisation

From 2000, certain applications are connected to the digital technology. The requirements of the product are determined more and more by the customer's IT departments that have to manage the system in their architecture.

The impact of digitalisation:

- Speed of change and anticipation has increased by making use of product upgrades and releases. This extends the product life cycle and increases the product's reliability.
- More preconditions from the market because the product is more deeply integrated in the customer's process.
- Possibilities for early prototyping have increased because of the digitalisation and the increased featuring that is possible on a product.
- The development speed of applications and software is much higher than the development speed of hardware. More iterative development for software components.
- Increase in complexity and possible functionalities. It is a challenge to reduce the complexity for the user as much as possible, and thereby realising an optimal use of the available functionalities.

Upgrading

Products are placed in the market with sufficient functionality. With upgrades and releases, the product is conformed to the initial product specification.

Two types of upgrades:

- Point releases: functionality improvements
- Major releases: functionality additions

The initial product specification initiates an upgrade. This product specification can change in time because of market initiatives.

Back-up restore is very important to minimise the intervention in the customers' process when problems occur

An upgrade has to be compatible with the existent infrastructure of the customer.

Internal/External innovation

No structural distinction is made between the development process of an internal innovation and an external innovation.

The development of new products and technologies is an example of internal innovation.

A distinction is made between different market segments. Technologies/products developed for a certain market segment, are used in other market segments as well. These products/technologies have to be adapted to the specific demands of this other market segments. This is an example of external innovation.

Because of the digitalisation, the re-use of technologies has increased. More standardisation of technologies and demands has been established.

User involvement

User information is implemented in the product development faster than before by making use of product upgrades and releases. This improves the product's reliability and the conformance to customer's demands.

In the product definition phase, customer visits are planned to observe how the customer uses the current product. Early prototypes of new products are placed at the customer in order to fine-tune the product specification.

At the end of the product creation phase, a beta test is organised with an engineering prototype. This prototype is placed at the customer and necessary adaptations are made to the design.

In the product utilisation phase, the problems from the field are solved by product upgrades.

Product Development Process

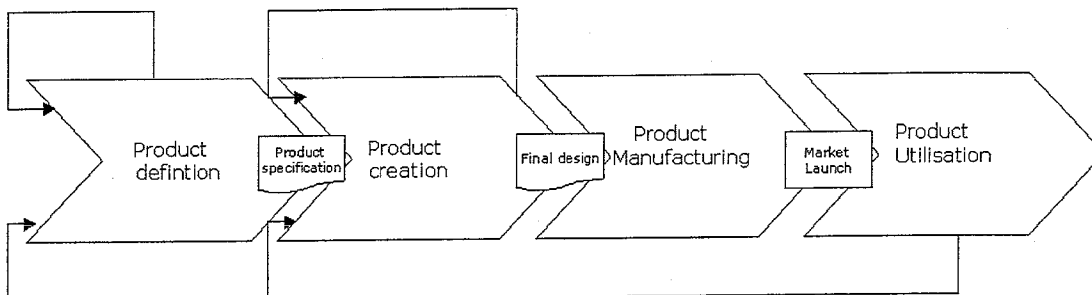


Table 4.12 Developer of Automotive Systems

<i>Introduction</i>		
The company is a market-driven development centre for the automotive industry.		
<i>Trend of digitalisation</i>		
Nowadays, of all innovations that are made in the automotive industry, 90% is an electronics innovation.		
Four major changes are identified:		
<ul style="list-style-type: none"> • Real-time adaptation of the car systems to the present situation: Intelligent systems. • The characteristics of the car are customised to the specific customer demands by the electronics systems. • Increase of infotainment, communication, and navigation systems that interact real-time with each other. • Increase in system complexity. Development of on-board diagnostics systems for error detection. 		
<i>Upgrading</i>	<i>Internal/External innovation</i>	<i>User involvement</i>
<p>The purpose of upgrading is the lengthening of the product's life cycle.</p> <p>The specification of the product is adapted yearly, based on market demands. The product is internally upgraded based on this new specification.</p> <p>Three types of upgrading can be identified:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Upgrading in the market: the customer buys an extra functionality that is present in the system already, but not yet activated for that customer. • Upgrading of the car system in the field at a predetermined interaction moment. • Internal upgrading of a product in order to come to quality improvements and cost reductions. 	<p>A distinction is made between the development of new technology (internal innovation) and the development of a new (component of a) car (external innovation). A new technology is only used in a new product when this technology is fully tested and proven.</p>	<p>In the product definition phase, the user is indirectly involved because the marketing department represents the user.</p> <p>In the product utilisation phase, the user is involved a few weeks after the purchase by a survey.</p> <p>The dealer represents the user in the product utilisation phase by the complaints and repair actions for the customers.</p> <p>The company does not make use of early prototypes. After the development phase, a prototype is developed and tested.</p> <p>The developments in the automotive industry have such a high pace that the user does not get the possibility to think about what he actually wants. The user does not know what is technologically possible and does not know what he wants.</p>
<i>Product Development Process</i>		
<pre> graph LR A[Product definition] --> B[Product specification] B --> C[Product Creation and Prototyping] C --> D[Final design] D --> E[Product Manufacturing] E --> F[Market Launch] F --> G[Product Utilisation] G --> F F --> E E --> D D --> C C --> B B --> A </pre>		

4.3 Analysis of the results of the survey

In this section the results, as presented in section 4.2, are analysed. The section is subdivided in four parts:

- ❖ Trend of digitalisation (4.3.1)
- ❖ Upgrading (4.3.2)
- ❖ Internal/External Innovation (4.3.3)
- ❖ User involvement (4.3.4)

In table 4.13, the results from the survey are presented.

4.3.1 Trend of digitalisation

In table 4.13, an overview of this research area for the different industries is given. A distinction is made between the impact of digitalisation (on business processes) and the use of the three opportunities identified (upgrading, internal/external innovation, and user involvement).

Software developers were founded in the Internet era. Digitalisation is not seen as a trend here, but as a precondition to operate.

For the developers of products with a software as well as a hardware component, the trend of digitalisation is observed. The digitalisation lead to:

- ❖ the introduction of a software engineering department.
- ❖ the possibilities to obtain more data from the product in the field. These data are used in the development of new products.
- ❖ a reduction of the number of product platforms in the industry of medical systems.
- ❖ increased possibilities and options in the product for customers. Hereby the product's complexity also increases.
- ❖ development of upgrades or new versions of products with new functionalities instead of developing a completely new product. This accelerates the product development process and can increase the product's reliability. This also extends the product life cycle.
- ❖ more and more platform technology is used for which new releases are launched all the time.
- ❖ the need for products to exchange data and to be compatible.
- ❖ the use of commodity software from the ICT industry.
- ❖ different development processes: hardware development mostly follows a stage-gate or concurrent development process, where software development uses a more iterative development process.
- ❖ cost reductions because of the re-usability of software components and the product architecture.
- ❖ an increase of the possibilities for making use of early prototypes.

In all industries, to a certain extent, upgrading is identified. Different types of upgrading can be identified. In section 4.3.2. this is explained more deeply.

The opportunity of internal versus external innovation is not found in all industries. In the product development process, no clear distinction is made by the company between internal and external innovation. However, many companies are moving towards a more external innovation view of the product development process because of the digitalisation and the resulting cost reduction. In section 4.3.3. this is explained more deeply.

In all industries, user involvement is observed. However, the way and the extent in which users are involved differ among industries. Different types of user involvement can be identified. In section 4.3.4. this is explained more deeply.

Industry	Digitalisation		Upgrading			Internal/External Innovation		User involvement		
	Impact on business processes	Use of the three opportunities	Reasons for upgrading	Problems in upgrading	Process of upgrading	Distinction in innovation processes	Parallel with internal/external innovation	Users Identified	Moment of involvement	Process of involvement
Pacemakers	Introduction software department. More information generation and analysis possible. More options and possibilities can be offered to the user.	Upgrading User Involvement	Add functionalities. Correct functionalities. Accelerate the development process.	Regulation problems. Data storage capacity. Runtime. Interactions with other functions and therapies. Market resistance.	Accelerated product development process.	No distinction made.	Internal as well as external innovation.	Key opinion leaders. Doctors not concerned with development. Purchasing departments.	Only key opinion leaders are involved in the concept phase.	Feedback is generated from the user. Early prototype is used to verify the concept design.
Space Instruments	Process Automation Development and test phase shorter. Products more reliable.	Upgrading User Involvement	When performance is not according to test results. Change parameters.	Data storage capacity.	Upgrading consists of changing parameters in the software and testing this upgrade.	No distinction made.	Predominantly internal innovation.	Geophysicists.	During the entire development process.	Users form a science committee group that facilitates the process.
Software (1)	Company founded in the internet era.	Upgrading User Involvement	Add functionalities. Remove bugs and errors. Efficiency improvement.	Compatibility with the other systems and upgrades at the user.	A list of requests for change is made. These are designed, tested and implemented.	No distinction made.	Internal as well as external innovation.	Merchants: - Strategic level - Operational level	Not on project basis, but yearly.	Informal Meetings.
Software (2)	Company founded in the internet era.	Upgrading User Involvement Internal / External	Adapt the product to the latest technology and regulation	User becomes tired of upgrading: different versions to service.	A specification for a feature is made. The feature is designed, tested, implemented.	Distinction between functional and technical innovation.	Functional innovation comparable with external innovation. Technical innovation comparable with internal innovation.	Existent customers: - Managers - Administrators - Final Users	In the specification phase, user's ideas are verified.	Feedback is generated from the user in informal meetings. Small group of users receives an early prototype for testing.
Medical Systems (1)	Introduction software department. Reduction of product platforms. Upgrade instead of a new product. Software determines which functionalities can be executed by the hardware.	Upgrading User Involvement Internal / External	Improve and sell functionalities to existent customers.	Compatibility with existent systems. Data storage capacity. User needs to be retrained. Market resistance.	Accelerated product development process.	No distinction made.	From the past: only internal innovation. Trend towards external innovation.	Specialists and doctors. Opinion leaders. IT-specialists. Nurses.	Specialists and opinion leaders are involved in specification phase. IT specialists and nurses are involved after concept design. 0-Series/Prototype All are involved after the design phase.	Brainstorm session in specification phase. Mock-up after concept design. 0-Series/Prototype after design phase.
Software (3)	Company found in the internet era.	Upgrading User Involvement (Internal / External)	Introduction of new functionalities and improvement of existent. Correction of software errors.	Compatibility: doing an upgrade while the user made customisations to the software or in the underlying database.	Accelerated product development process.	No distinction made.	Examples of internal as well as external innovation found. No difference in PDP.	Power users who work with the system constantly. Incidental users.	Power users are involved for making the data-entry efficient. Incidental users are involved for system's functionalities.	Informal meetings: - Feedback current product - Discuss future solutions - Test new products
Copier and Printer Systems (1)	Product development is more software solution oriented. Standard product is customised for the customer. Cost reductions.	Upgrading User Involvement Internal / External	Add and improve functionalities. Customise the product to specific customer demands.	Hardware is the restrictive factor. (Compatibility)	Specification is made and feature is implemented and customised.	Development of a completely new technology/product. Customisations that become product feature in a new product.	New technology/ product: internal innovation. Customisations: external innovation because they require different demands.	Industry specialists. Final Users.	Industry specialists in definition phase. Final Users in (definition) creation and utilisation phase.	Prototyping sessions. Questionnaires and focus groups. Also indirect involvement.
Advanced systems for Space Travel and Aviation	Increase in programmability. System can be compared with a computer with peripherals. More focus on intergration with software components.	Upgrading User Involvement Internal / External	Add and change functionalities. Repair software errors.	Processor capacity. Compatibility with ground systems.	Accelerated product development process.	No distinction made.	Opportunities for external innovation, but many problems in practice.	Principal. Final Users.	Final users very late in the development process.	Prototype sessions and presentations.
Medical Systems (2)	Interoperability between systems. More commodity software. More information generation and analysis. Longer product life cycle by new product releases. More platform technology.	Upgrading User Involvement Internal / External	Add new functionalities. Accelerate the development process.	Hardware capacity/ capabilities are not sufficient. Different versions to service. Many upgrades from software suppliers.	Accelerated product development process.	Development of clinical knowledge and new technologies. Actual realisation of the new technology in a product.	The development of clinical knowledge: internal innovation. The actual realisation of the knowledge in a product: external innovation.	(University) Hospitals: - Specialists - Final Users	Involved in definition, creation and service phase.	Prototype presentations and sessions in which the user works with the prototype.
Hearing Devices	More emphasis on user-friendliness of software. More parameters and functionalities available.	(Upgrading) User Involvement Internal / External	"Internal Upgrading": new product serie with new features.	Chip capacity. Compatibility with other software systems.	(Software) development process.	Development of a new chip technology. Downgrading of existent products.	The development of a chip technology: internal innovation. Downgrading: external innovation.	Audiciens and audiologists. Users with hearing problems.	Audiciens involved in specification (indirectly) and test phase. Users with hearing problems involved in test phase.	Pilot groups and field tests after product creation.
Copier and Printer Systems (2)	Speed of change and anticipation increased. Increase in complexity and possible functionalities. Early prototyping possible.	Upgrading User Involvement Internal / External	Confirm the product to its initial product specification. Functionality improvements and additions.	Compatibility with other software or current infrastructure.	Accelerated product development process (without product definition).	Development of new technologies and development of launching existent technologies in other market segments.	New technology: internal innovation. Existent technologies in other market segments: external innovation.	All users that are connected to the product.	Involved in product definition, creation and utilisation, and across development projects.	Customer visits, problem reports and prototype sessions.
Automotive Systems	Increase in complexity. Real-time situation adaptation. Real-time communication between different systems.	Upgrading User Involvement Internal / External	Adapt the product to current market demands. Elongate the product's life cycle.	Compatibility between the different systems	Accelerated product development process.	New technology development. New product development.	New technology: internal innovation. New technology implemented in new product: external innovation.	No distinction made.	Mainly indirectly involved in product definition and utilisation.	Surveys, clinics, and problem reports.

4.3.2 Opportunity 1: Upgrading

In table 4.13, an overview of the opportunity of upgrading in the different industries is given. A distinction is made between the reasons for upgrading, the problems in upgrading and the process of upgrading.

Reasons for upgrading

The reasons for upgrading can be divided into two categories:

- ❖ Upgrading as a part of the marketing strategy
 - Accelerate the product development process
 - Add new functionalities to existent products
 - Sell new functionalities to existent customers
 - Adapt the existent product to the latest regulation
 - Reduce time-to-market and upgrade the product in the market according to the initial product specification.
 - "Downgrade" products for a lower market segment
 - Extend the product's life cycle
- ❖ Upgrading for technical reasons
 - Solve problems in the software
 - Correct functionalities
 - Change the product's parameters

In the case of medical systems and pacemaker technology development, upgrading is mostly part of the marketing strategy because software or functionality problems in the field can be life threatening and therefore the products have to be tested extensively.

Problems in upgrading

The problems in upgrading that are observed in the different industries are:

- ❖ The data storage capacity is limited: in many cases this leads to a selection of functions/functionalities that are implemented in an upgrade. Of course, this problem is not present in the development of purely software products.
- ❖ Interaction with other systems: in practically all industries, the problem of compatibility of the upgraded product with other products is observed.
- ❖ In the industries of medical systems and pacemaker technology development, the market is very conservative. The focus of the medical market is not on technology, but on the patient's welfare and regulation.
- ❖ In the industries that develop purely software products, upgrades are released very regularly. Users become "upgrade-tired" and do not install all new upgrades in their system.
- ❖ When a customer does not buy/install the latest version of a product's software, different customers use different versions of the software. The software developer has to service all different versions.
- ❖ The suppliers of the commodity software, that is used more and more in products, also provide upgrades of their software. These upgrades have to be screened and passed through to the customer.

Process of upgrading

The process of developing an upgrade for industries that develop products with a software as well as a hardware component, can be compared with a complete product development process for a new product, but in a higher pace. For these industries, upgrading is relatively expensive and therefore a business case is built to determine whether the revenues of the upgrade outweigh the efforts and resources of the upgrade.

Classification of upgrades

Different types of upgrading can be identified. The distinguishing parameters are:

- ❖ Technical versus commercial upgrading.
- ❖ Internal versus external upgrading.

Four types of upgrading can be identified with these two parameters. These types are presented in figure 4.3. In each cell of the matrix, the types of upgrade that are identified in the survey are presented by the dots.

	Internal upgrade	External upgrade
Technical Upgrade	● ● I ●	● ● ● II ● ●
Commercial Upgrade	● ● ● III ● ● ●	● ● ● IV ● ● ● ● ● ●

Figure 4.3 Classification of upgrades

I:

In this segment, technical "bugs" are removed from the product and an upgrade is created for new products. This upgrade is not performed at products that were already sold to customers. These upgrades are usually initiated by (the engineers of) the company. Version management is very important here because not all products contain the same software version.

II:

In this segment, technical "bugs" are removed from the product and an upgrade is performed for all products that have already been sold. The service department usually initiates these upgrades by reporting the service activities that they have to provide for the customer.

III:

In this segment, the (software of the) product is adapted to the wishes and demands of for example a new group of customers or an other market segment from a commercial point of view. This upgrade is not performed at products that were already sold to customers. Such an upgrade can be seen as an external innovation and is usually initiated by the marketing department of the company.

IV:

In this segment, new functionalities are added to products that were already sold to customers in order to adapt the product to the (changing) demands from the market. Such an upgrade can be initiated by the company as well as by the market or customer.

In this segments also the type of upgrading in which customers pay for additional functionality that is already available in the current product but not yet activated, is positioned.

4.3.3. Opportunity 2: Internal versus External innovation

In table 4.13, an overview of the opportunity of internal versus external innovation in the different industries is given. First the distinction between different types of innovation is presented, and second a parallel with the concept of internal and external innovation is sought.

As can be seen in table 4.13, in most industries no distinction between different types of innovation is made. Most companies use the same process in the development of all of their products.

However, the companies that operate in the medical market, deal with a very conservative market in which the customer's focus is not on the technology innovation, but on the patient's welfare and regulation. In the past, product development was completely technology driven and thereby internal innovation. In order to overcome this conservatism and thanks to the digitalisation of products, a more external way of innovating is possible.

Many industries identify the opportunity of external innovation, but the market characteristics cause resistance to change. These characteristics can include the conservatism of the market (medical, pacemaker, and hearing devices industry) or the dispersion of demands and standards in the industry (space travel and aviation industry).

Examples of internal versus external innovation

The home-defibrillator is probably the best example of external innovation, initiated by the digitalisation and the resulting cost reduction.

This product used to be sold to hospitals and ambulances only. Now, the product is also sold in the consumer market. The technology does not change for the developer, but the consumer market has different demands for this product than the specialists. This requires an external way of innovation.

In general, internal innovation is mostly seen in developing a completely new technology or product line. When this technology is developed and tested, the technology is used more and more in different products. External innovation is observed then because the product/technology has to be adapted to the demands of the different users of the product.

Another example of external innovation in the industry of medical systems:

It happens more and more that a treatment or therapy is protocollised by specialists in the market. Then it is possible to write a software program that can execute this treatment or therapy. The software for this treatment can be implemented in a software upgrade or in a completely new product.

In the medical market, awareness of the necessity for an external way of innovating is growing, but the development process is not adapted.

4.3.4. Opportunity 3: User Involvement

In table 4.13, an overview of the opportunity of user involvement in the different industries is given. A distinction is made between the different types of users that are identified by the companies, the moment at which these users are involved, and the process of user involvement.

The developers of products with a software as well as a hardware component involve a select group of specialists in their industry: (key) opinion leaders, science committee group.

The companies that develop purely software products, do not involve their users on a project basis, but on a (for example) yearly basis. Software developers use more informal ways in involving users in product development.

In many industries (including the automotive and pacemaker industry), users do not seem to know what is technologically possible and thereby do not exactly know what they want in a new product.

All companies try to involve their users as soon as possible:

- ❖ In the product definition phase, users are involved in determining the product specification. The product specification is made in cooperation with a select group of specialists in the industry.
- ❖ Because of the digitalisation, it is possible to provide the user with a prototype in an early phase (concept design) of the development process. This prototype is used to verify the product specification.

Such a prototype can have different forms:

- Functionalities downloaded in an old product version
- Mock-up of a product, followed by a 0-series of the product
- Test version of a software feature, installed at the customer

Other interaction moments are:

- ❖ Close contact with managers about industry and market opportunities and the company's roadmap on a strategic and tactical level.
- ❖ Industry specialists involved across development projects in order to stay up to date with the clinical and technical knowledge. This is not a part of a development project, but it can initiate a new development project.
- ❖ Final users are involved in the utilisation phase for generating feedback about the satisfaction and possible improvements of the launched product by questionnaires and focus groups.

In many companies, users are involved indirectly in the (early phases of the) development process. They are represented by service departments and marketers who have frequent contact with their customers and users.

Classification of user involvement

When using the analytical framework from chapter three [Kau98], the types of user involvement methods identified in the survey, can be placed in this framework, as shown in figure 4.4.

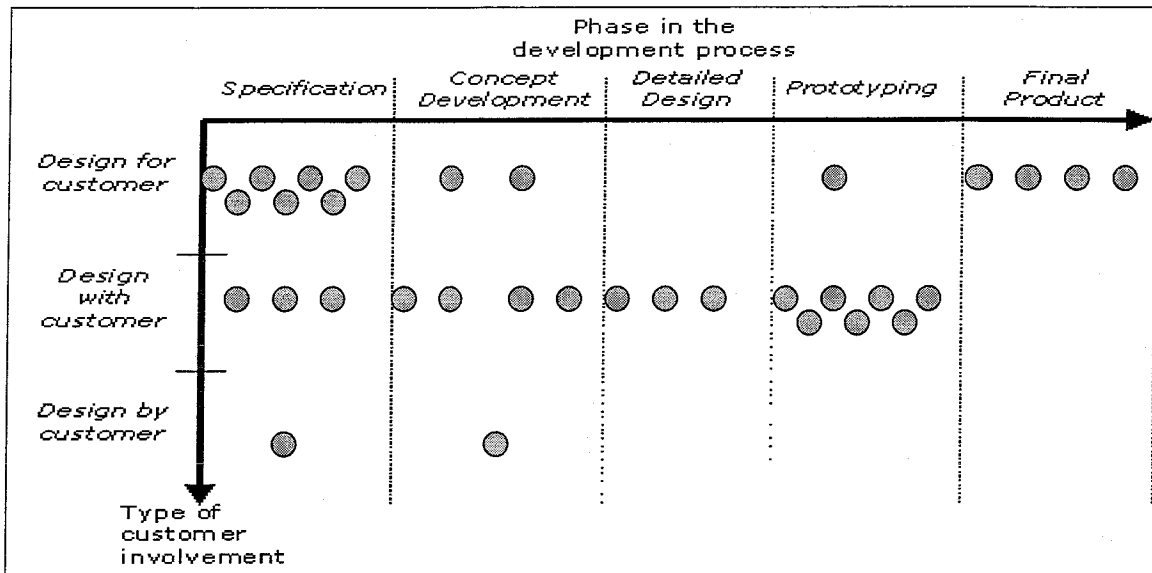


Figure 4.4 Classification of user involvement

From figure 4.4, some remarks can be made:

- ❖ The types of user involvement from the survey are mainly based on the concept of "Design for customer" and "Design with customer".
- ❖ Already in the early phases of the product development process, users are involved with the concept of "Design with customer". This is mainly by making use of early prototypes in the product development process.
- ❖ In the early phases of the product development process, products are "designed for customers" by making use of interviews, informal meetings and focus groups.
- ❖ In the "Final Product" phase, by making use of upgrades, the user is involved in informal meetings and interviews for determining the need and contents for an upgrade.

The analysis of the survey results is finished now. The main conclusions about the survey are presented in chapter 6. In chapter 5, the third and final research instrument, the case study, is explored.

5. Case Study

After the research about the impact of digitalisation on the product development process of a digital programmable product in the survey, the product development process of one of the companies from the survey is mapped in a case study, making use of the MIR mapping method. This chapter starts with the case study plan in section 5.1. In section 5.2, the results of the case study are presented and in section 5.3, the design of a framework for a 'generic' product development process for a digital programmable product with respect to the three research areas is developed and analysed in section 5.4.

5.1 Case Study Plan

Purpose of the case study

The purpose of the case study is to map the product development process of a digital programmable product, giving special attention to the three research areas. The results of the case study are used to design a framework for a generic product development process for a digital programmable product.

An introduction to the case study was sent to the companies from the survey. This introduction can be found in Appendix F. In Appendix G, the questionnaire that functioned as a guideline in the case study is presented.

The participating company

The company that was willing to participate in the case study comes from the group of companies that participated in the survey as well and was classified in the survey as the Developer of Medical Systems (1). The company develops and manufactures products for hospitals and nursing homes. Products are made for operating rooms, first aids and intensive cares.

The MIR mapping method

The mapping method that is used in the case study is the MIR method, as described in section 2.4.2.

5.2 Results from the case study

In this section, the results from the case study are presented.

The detailed process maps of these phases can be found in Appendix H. The global process map is presented in figure 5.1. In this figure, for practical reasons, the documents and databases used in this process, are not given.

Each Review Moment (Decision) can be seen as a milestone in which an iteration to the previous Review Moment could take place.

The product development process of the company in the case study has the characteristics of a stage gate process.

The six phases of the product development process are briefly explained:

1. Initiation

In the initiation phase, according to the trends in the market and the company's technology and product roadmaps, product development projects are initiated. The customer requirements are determined using QFD.

2. Definition

In the definition phase, the customer requirements are translated into technical system requirements. In the system requirements review, this translation is verified.

3. Design

In the design phase, the system architecture and the subsystems are designed and a subsystem specification review and usability test are performed. Suppliers are selected and specified in this phase as well.

4. Realisation

In the realisation phase, the subsystems are integrated and a verification model is build in order to check whether the design accords to the specifications and functionalities as determined in the technical system requirements.

5. Validation

In the validation phase the product design, the production design, the regulatory submissions, and the technician manual are tested in a Beta test in the field.

6. Production

In the production phase, small adaptations to the production design can be made in order to optimise the production process. Adaptations to the product design are rare in this phase. After this phase, the project team is dissolved and the product life cycle management group takes the product in their product portfolio.

Focus in this case study is placed on the three areas of research. In the following section, the impact of the three research areas on the product development process is determined.

5.2.1 Impact of the research areas on the product development process

Upgrading

In an upgrade, dependent on the complexity and the impact of the software upgrade, either the life cycle management group takes care of the upgrade or a project team is composed.

Type 1 and 2 upgrades, (technical upgrades) are solved normally by the service department or by the life cycle management.

Type 3 and 4 upgrades, (commercial upgrades) are often planned in advance in the product roadmaps. A complete PDP is initiated in the definition phase and is walked through completely, but in a much higher pace.

All types of upgrades are identified at the company:

- ❖ *Type I* upgrades are mainly performed in order to improve the production process efficiency. These upgrades often consist of a combination of software and hardware upgrading.
- ❖ *Type II* upgrades are usually initiated by the service department based on the complaints from the users in the field. These upgrades are usually performed by a life cycle management group.
- ❖ *Type III* upgrades are often planned upgrades of products, as determined in the product's roadmaps, like for example the addition of an other language for the product. For these upgrades, (although dependent on the complexity of the upgrade) usually a project team is formed.
- ❖ *Type IV* upgrades are planned upgrades of products, initiated by trends in the market or competitor's product functionalities. The product's lifecycle can be lengthened by these upgrades.

Internal versus External Innovation

From the survey, it turned out that in the product development process, no clear distinction is made between internal and external innovation.

From the case study, the business process "Innovation" encompasses three sub-processes:

- ❖ Define roadmaps and platforms (roadmap = approved portfolio over time)
- ❖ Research and Develop Technology
- ❖ Develop Product

These processes interrelate with each other as presented in figure 5.2.

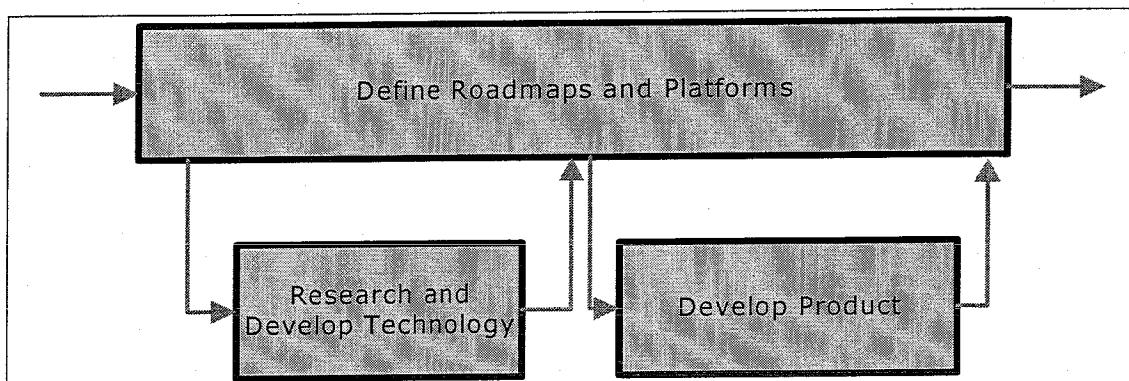


Figure 5.2 Relationship between the subprocesses in the innovation process

In practice, this means that a distinction is made between the development of new technology and the development of new products and platforms. In new product development projects, in principle, only available technology is used. No technology is developed in the course of a product development project in order to reduce the time-to-market of products and to reduce technology risks in product development.

A parallel with the concept of internal and external innovation can be drawn:

- ❖ The process of Research and Develop Technology can be compared with an internal innovation in which focus is placed on the theoretical feasibility, the practical feasibility and the maturity proof of the new technology.
- ❖ The process of Develop Product can be compared with an external innovation in which the focus is placed on the customer specifications, hereby integrating new technologies in new products.

User involvement in the product development process

In the company, the specialists and doctors are considered as the main user group.

The user interaction moments are:

- ❖ In the *initiation phase*, Quality Function Development (QFD) is used in order to determine the customer requirements. A description of QFD was already given in section 3.2.
- ❖ In the *definition phase*, in an old product model, new functionalities are downloaded and is then used as a prototype, and also simulations on a PC are shown to the user in defining the technical system requirements and to verify the translation from customer requirements to technical system requirements.
- ❖ In the *design phase*, an industrial design model and functional models of risk functions are created and in a usability test, user feedback is acquired on design concepts.
- ❖ In the *realisation phase* an Alpha test is performed to develop an acceptance test plan and specifications and to conduct tests to obtain user acceptance of performance and user interface.
Also, an acquisition model is placed in the field at potential users (not structurally, so therefore not in the process maps) for a commercial reason: customers need to reserve budget for their investments. It is very important to show the customer new products before the customer's (yearly) investment budget is determined.
- ❖ In the *validation phase*, the 0-series is produced. This 0-series is used for Beta testing and production process validation. The Beta test is a clinical validation and/or field test in which the translation from customer requirements into the new product is verified. The 0-series is placed at or sold to the customer.

5.3 Framework: 'Generic' PDP for a digital programmable product

In figure 5.3, the framework for a 'generic' product development process for a digital programmable product is presented. The basis for the framework comes from the three subprocesses in the innovation process from figure 5.2.

The framework consists of four parts:

- ❖ Roadmap Definition
- ❖ Internal Innovation
- ❖ External Innovation
- ❖ Explanation of the user involvement moments and types of upgrading

These parts are now briefly discussed.

Roadmap Definition

On a strategical/tactical level, product and technology roadmaps are defined and developed based on the market and competitive strategies and the technology and capability strategies. Internal and External innovation projects are initiated.

Internal Innovation

In an internal innovation process, new technologies are developed. For these technology initiatives, first the theoretical feasibility is investigated. After determining the practical feasibility, focus is placed on reducing the technical uncertainty in the process of maturing of the new technology by feasibility studies and investigation.

External Innovation

The external innovation process is the actual product development process in which the available technology (off the shelf technology) can be used in the development of a new product. The project phases (and milestones) from the case study are used in the external innovation process. The user involvement moments and different types of upgrading, coming from the survey and the case study are used in the framework.

Explanation of the user involvement moments and types of upgrading

From the case study, all four types of upgrades from the survey and different user involvement moments were observed. These activities are integrated in the 'generic' product development process from figure 5.4 and explained in the fourth part of the framework.

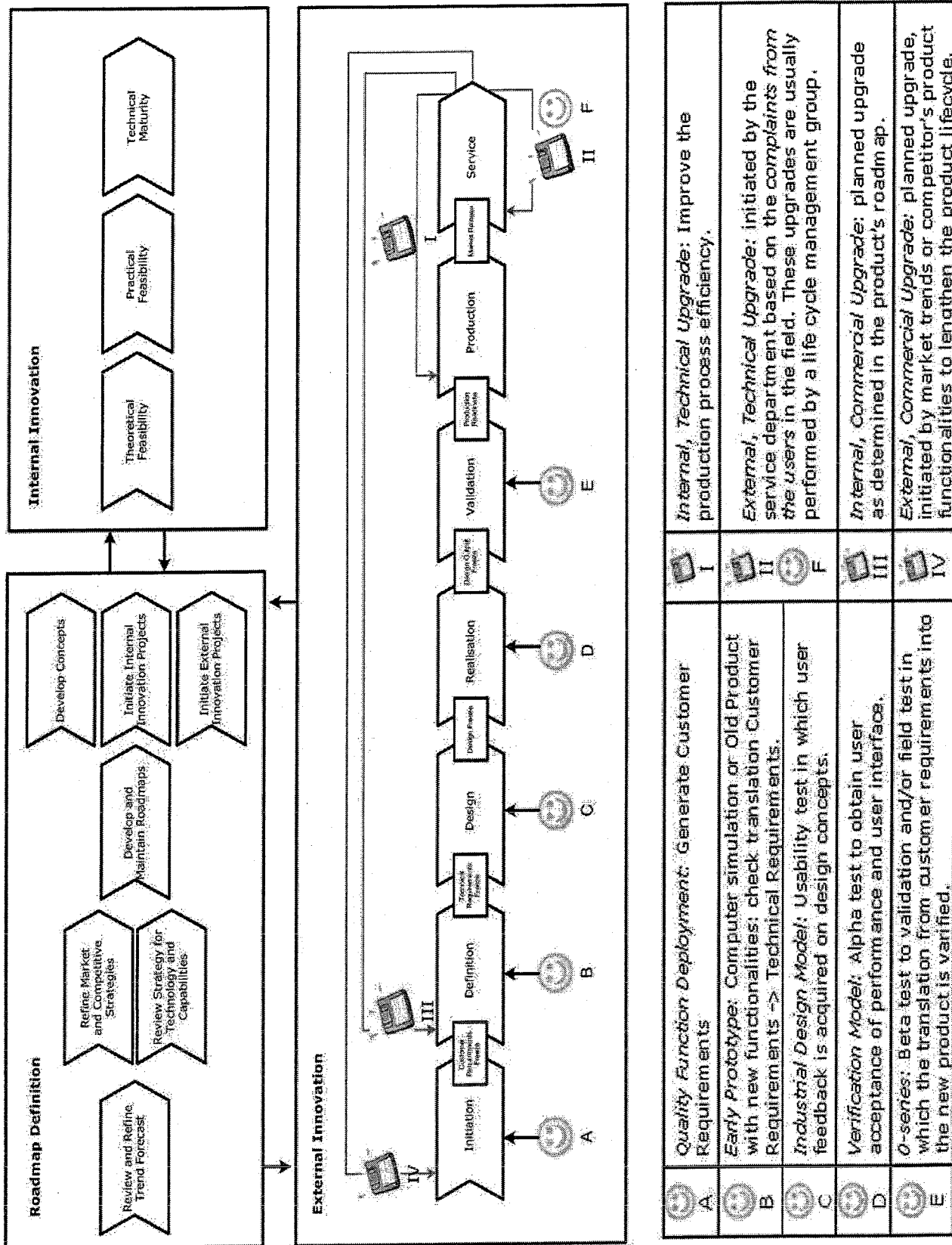


Figure 5.3 Framework: Generic product development process of a digital programmable product

5.4 Analysis of the framework

In this analysis of the framework from figure 5.3, some remarks are made about the framework:

Purpose and focus of the framework

- ❖ The main purpose of the framework is to show how companies in different industries could benefit from the opportunities of digitalisation in their product development process. The distinction between internal and external innovation is explained, the moment and types of user involvement are given, and the different types of upgrading that were identified in the survey, are redirected in the product development process.
- ❖ The framework focuses mostly on the third subprocess of innovation: the external innovation process. For the other two subprocesses, only an global overview is given. This is because the focus in this research project is placed on the actual product development process, more than on the roadmap definition and the technology development (internal innovation).
- ❖ The framework is based on the survey and one case study. In the framework, some company-specific or industry-specific elements will probably be present and the framework probably will not be completely generalisable for other companies and industries.
- ❖ The company in the case study makes use of a stage-gate product development process. For companies and industries that make use of a different type of product development process, the framework might be of less practical use.

User Involvement

- ❖ According to the framework from figure 5.3, the customer should be involved at five moments in the product development process. This does not necessarily mean that for each product that is developed all these interaction moments should be used. The amount of user involvement is mainly dependent on the amount of uncertainty about whether the final product will accord to the actual customer requirements.
- ❖ In the company from the case study, no distinction is made between different types of users. However, in other companies or industries, the need for a distinction between different types of users might exist.

Internal versus External Innovation

- ❖ The survey showed that in (among others) the automotive industry the product development was separated from the technology development in the past years. This separation can indirectly be attributed to the digitalisation of products because of the complexity that the digitalisation has generated. Because of this increase in complexity, the development of new technologies in the course of a product development process requires a large amount of time and effort.
- ❖ By making a distinction between product development (external innovation) and technology development (internal innovation), a new product's time-to-market can be reduced because no new technology need to be developed in the course of a product development process. Only available technologies are used in new products.

- ❖ Confusion might arise about the new technologies in products and new functionalities in products. New functionalities can be added to digital programmable products relatively easily due to the digitalisation of products. These new functionalities *are* developed (mostly software development) in a product development process because they require limited effort, and not in a technology development process.
- ❖ The risk of only using available "off the shelf" technology in new products is that the new product is not up-to-date with the current technology or competitor's technology. However, in the case study, the company operated in the conservative medical industry. New technology has to conform to very strict regulation. The risk of being technological behind on competitors is relatively smaller in these kinds of conservative industries.
- ❖ In industries in which focus is placed on being on the market first with the newest technology, advantages of making a distinction between internal and external innovation are not found in this research project.

Upgrading:

- ❖ In the early phases of the product life cycle, mostly technical upgrades are performed in order to optimise the production process (type I upgrades) and the product (type II upgrades).
- ❖ In the later phases of the product life cycle, upgrades are performed from a commercial perspective: to adapt the product to new types of users or to other markets (type III upgrades), or to add new functionalities to products in the field (type IV upgrades) to lengthen the product's life cycle.
- ❖ At some moment in product's life cycle, it is not profitable anymore to perform a type III or IV upgrade. The most important reason is that the hardware of a product is at the end of its technical life cycle or the technology is at the end of its commercial life cycle.

Difference with PDP for other products

One of the most important questions that arise from the framework is:

What makes this framework specific for a digital programmable product?

- ❖ First of all, software upgrading is only possible for digital programmable products.
- ❖ Lengthening the product life cycle of a product by adding new functionalities to products in the field, generated by feedback from the user, is a direct result of the upgrading opportunity of digitalisation.
- ❖ Due to the digitalisation and the resulting increase in complexity, the necessity to make a distinction between internal and external innovation has increased for digital programmable products.
- ❖ Because of the digitalisation, more and more functionalities can be added to a product relatively easy. By involving users in an early phase of the product development process, the required functionalities can be identified. Because of the digitalisation it is possible to provide the user with an early prototype of the final product. This can be done relatively easy and fast by using an old product with new software functionalities, computer simulations or presentations.

6 Conclusions and recommendations

In this chapter, conclusions are drawn from the research and recommendations for the research field are given. The chapter consists of three parts:

- ❖ In section 6.1, conclusions are drawn from the survey
- ❖ In section 6.2, conclusions from the case study are drawn
- ❖ In section 6.3, points for further research are given.

6.1 Conclusions and recommendations from the survey

Because of the digitalisation:

- ❖ more data about the utilisation and functioning of the product is generated from the field. These data can be used in the development of a new product or an upgrade.
- ❖ the opportunity of upgrading products in the field is created. By upgrading, the product's reliability can improve by repairing technical 'bugs' (type I and II upgrades), and the product's life cycle can be extended adapting existent products to new markets or new user groups (type III upgrades) and by adding functionalities to products in the field (type IV upgrades).
- ❖ the number of possible features and functionalities that can be added to a product relatively easy with relatively low costs have enormously increased. This also increased the possibilities to confront users with an early prototype of the new product in an early phase of the product development process in order to generate feedback early.
- ❖ more attention is paid to external innovation. Because of the digitalisation and the resulting cost reduction, the possibilities to develop products with existent technology for a new market have increased. This can be seen as re-use of technology for a different market or market segment.

Companies use the opportunity of upgrading to reduce the time-to-market of a product and to accelerate the product development process. A product with "satisfactory functionality" is launched to market. After market launch, the product is upgraded, based on the initial product specification, until the product completely conforms to this product specification. This product specification can change in time because of changing market or user demands or competitor's products. This type of upgrading is seen in the copier and printer industry and the medical systems industry.

As mentioned before, the number of possible features and functionalities that can be added to a product, have enormously increased. This increase also led to an increase of the complexity of the product for the user. It is a challenge to reduce the complexity for the user as much as possible, and thereby realising an optimal use of the available functionalities.

A parallel between the concept of internal and external innovation, and technology development on the one hand, and product development on the other hand is observed in the medical devices industry, software industry, hearing devices industry, copier and printer industry, and in the automotive industry. Many industries only use existent and "off-the-shelf" technology in new product development, because of the increased product complexity and the resulting technological uncertainty.

The degree to which the three opportunities of digitalisation are applied also depends on the market and industry in which the company operates.

6.1.1 Upgrading

The possibility to upgrade (the software of a) product in the field is a result of the digitalisation of products.

The process of developing an upgrade for industries that develop products with a software as well as a hardware component, can be compared with a complete product development process for a new product, but in a higher pace. A business case is made for a potential upgrade, a product specification and final framework are created and the software is developed and tested before it is provided to the customers.

The main reasons for upgrading products in the field are:

- ❖ Correct functionalities in the product in the field usually with product updates.
- ❖ Add functionalities to the product in the field with product upgrades.
- ❖ Reduce the time-to-market and extending the product's life cycle by upgrading the product in the market according to the initial product specification.

In many industries, the hardware turns out to be the limiting factor in upgrading: the capacity and capabilities of the hardware components and processors turn out to be insufficient at a certain moment in time. The company has to decide either to combine the software upgrade with a (relatively expensive) hardware upgrade or to make a selection of the functionalities that are used in an upgrade.

In industries that develop products that are integrated in the system architecture of the customer, like the printer and copier industry and the medical systems industry, the interaction and compatibility of the product with other specific systems that are used by the customer can be disturbed by a software upgrade. From the printer and copier industry, it turned out that by using an open and modular architecture in all the products, flexibility and compatibility problems can be reduced.

Especially in the medical industries, the customer's focus is not on technology but on the patient's welfare and regulation. This leads to a certain market conservatism and resistance to change: the customers are not heavily interested in the newest technology: as long as the current technology suffices, they are satisfied. This requires an interactive relation between the developer and consumer of the product.

Different types of upgrading can be identified. In the first years of digitalisation, the products were mostly upgraded for technical reasons. Technical 'bugs' and functionality problems are solved and an upgrade is created for the product. The service department usually initiates these upgrades by reporting the service activities that they have to provide for the customer. The problems in the field can hereby initiate an upgrade.

In the later years, a more external and commercial way of upgrading can be observed. New functionalities are added to products that are already sold to customers in order to adapt the product to the (changing) demands from the market. Such an upgrade can be initiated by the company as well as by the market or customer.

In the medical devices, automotive, and copier and printer industry, products with different sets of functionality are sold to customers. The customer decides which set of functionality they want and they pay for this set. When this set of functionality does not satisfy their needs, they can "upgrade" their product to

another set of functionalities that is already available in the product. The customer pays for a "key" to activate these functionalities.

6.1.2 User Involvement

Because of the digitalisation, it is possible to provide the user with a prototype in an early phase (product definition or concept design) of the development process. This prototype is used to verify the product specification. Such a prototype can have different forms:

- ❖ Functionalities downloaded in an old product version
- ❖ Mock-up of a product, followed by a 0-series of the product
- ❖ Test version of a software feature, installed at the customer

Final users are involved in the utilisation phase for generating feedback about the satisfaction and possible improvements of the launched product by questionnaires and focus groups. The results of this user interaction can lead to the development of an upgrade. Because of the digitalisation of products, this type of user involvement is used more and more.

From Kaulio's framework from chapter four, it was observed in the survey that the types of user involvement are mainly based on the concept of "Design for Customer" and "Design with Customer".

From the survey, it turned out that different types of users can be identified:

- ❖ *Managers*
Managers are involved on a strategic or tactical level about industry and market opportunities and the company's roadmap.
- ❖ *Industry specialists*
Industry specialists are involved on a tactical level and in the product definition phase.
- ❖ *Final Users*
Final users are involved in the product creation phase and in the utilisation phase for generating feedback about the new product.

In contrary to the literature about user involvement, no structural distinction between different types of user groups [Ros98] was observed. A possible reason for this is that literature about user involvement focuses on Business-to-Consumer companies mostly. The companies in the survey are not selected on this characteristic but on the fact that they develop digital programmable products. Most of the companies from the survey operate in a Business-to-Business environment.

In general, users can be traced easier and the quality of the feedback information is better in an Business-to-Business environment. The quality of feedback information is better because the user feedback generated in a Business-to-Consumer environment is mostly about problems in the field and not about possible product improvements.

In literature, a distinction is made between ongoing user research and targeted interaction. Ongoing user research does not necessarily correspond to a specific development stage of the process of a certain product. Targeted interaction means that specific types of users are involved at different stages of the product development process. In the survey, both ongoing user research and targeted interaction were observed.

In figure 6.1, a general overview of the product development process and the user interaction moments are schematically presented.

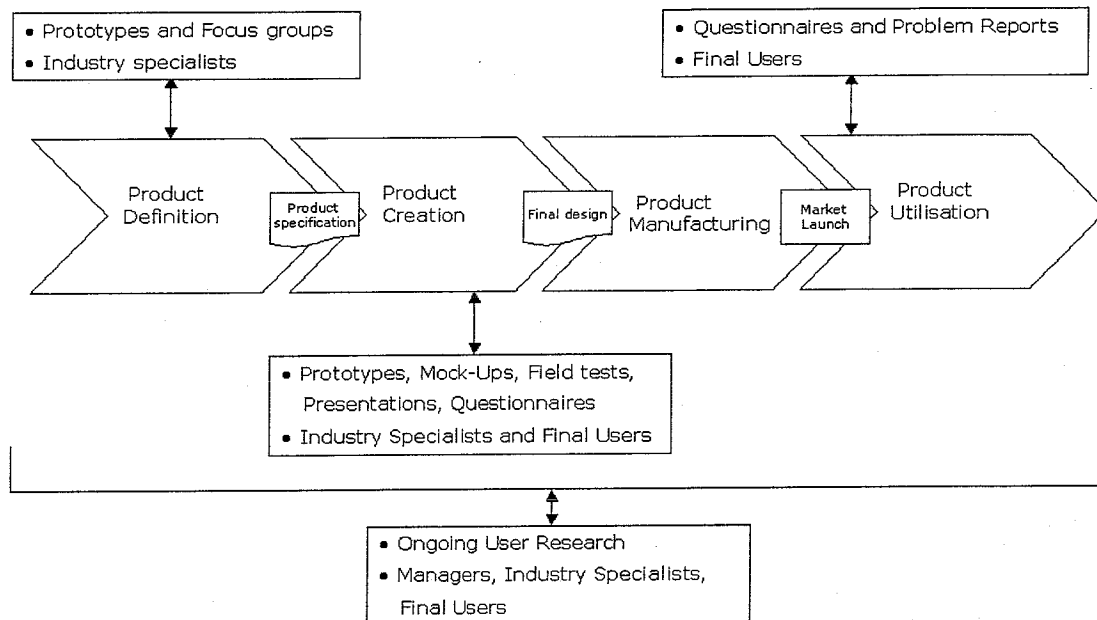


Figure 6.1 Overview of user involvement

6.1.3 Internal versus external innovation

Not all companies structurally make a distinction between different types of development processes. However, a distinction between external and internal innovation can be observed in the examples provided in chapter four. Both types of innovation have different focus points in the development process.

In the examples of external innovation, existing technologies are launched in new markets or market segments. The new markets or market segments have different expectations and requirements for those products. In the product development process, focus is placed on adapting the current technologies to the expectations of the future user.

In the examples of internal innovation, new technologies are developed. In the development process, focus is placed on the engineering activities and the testing of the new product or technology.

Some companies decouple the internal and external innovation process by decoupling the technology development process and the product development process. Here, in the product development process, only existent and "off-the-shelf" technology is used because of the increased product complexity and the resulting technological uncertainty (external innovation). New technologies are developed in-house and extensively tested before used in new products (internal innovation).

The home-defibrillator is a good example of external innovation, initiated by the digitalisation and the resulting cost reduction. This product used to be sold to hospitals and ambulances only. Now, the product is also sold in the consumer market. The technology does not change for the developer, but the consumer market has different demands for this product than the specialists. This requires an external way of innovation.

6.2 Conclusions and recommendations from the case study

The case study provided the basis for the framework of a 'generic' product development process for a digital programmable product with respect to the three research areas.

The framework divides the innovation process into three subprocesses:

- ❖ Roadmap definition
- ❖ Internal innovation process
- ❖ External innovation process

The main purpose of the framework is to show how companies in different industries could benefit from the opportunities of digitalisation in their product development process. The distinction between internal and external innovation is explained, and for the external innovation process, the moment and types of user involvement are given, and the different types of upgrading that were identified in the survey, are redirected in the product development process.

The company in the case study makes use of a stage-gate product development process. For companies and industries that make use of a different type of product development process, the framework might be of less practical use.

According to the framework the customer should be involved at five moments in the product development process. This does not necessarily mean that for each product that is developed all these interaction moments should be used. The amount of user involvement is mainly dependent on the amount of uncertainty about whether the final product will accord to the actual customer requirements. Because of the digitalisation it is possible to provide the user with an early prototype of the final product. This can be done by using an old product with new software functionalities, computer simulations or presentations.

The distinction between internal and external innovation processes, has a parallel with the development of new technology and the development of new products. Due to the digitalisation and the resulting increase in complexity, the necessity to make a distinction between internal and external innovation has increased for digital programmable products.

By making a distinction between product development (external innovation) and technology development (internal innovation), a new product's time-to-market can be reduced because no new technology need to be developed in the course of a product development process. Only available technologies are used in new products.

In the early phases of the product life cycle, mostly technical upgrades should be performed in order to optimise the production process (type I upgrades) and the product (type II upgrades). In the later phases of the product life cycle, upgrades can be performed from a commercial perspective: to adapt the product to new types of users or to other markets (type III upgrades), or to add new functionalities to products in the field (type IV upgrades) to lengthen the product's life cycle.

At some moment in product's life cycle, it is not profitable anymore to perform a type III or IV upgrade. The most important reason is that the hardware of a product is at the end of its technical life cycle or the technology is at the end of its commercial life cycle.

As shown in table 6.1, all three opportunities can generate possibilities to reduce time-to-market and improve product reliability. Companies should investigate these possibilities and adapt the framework to the specific characteristics of their industry and development processes. In this research project, the impact of the three opportunities on the development costs was not investigated.

<i>Table 6.1</i>	<i>Development cost</i>	<i>Time-to-Market</i>	<i>Reliability</i>
<i>Upgrading</i>	Not Investigated	↓	↑
<i>Internal/External innovation</i>	Not Investigated	↓	↑
<i>User involvement</i>	Not Investigated	↓	↑

6.3 Points for further research

Regarding the explorative nature of the research project, many questions remain unanswered. From the research project, some points for further research are identified:

- ❖ The degree to which the three opportunities of digitalisation are applied in a company mainly depends on the market and industry in which the company operates. It should be further investigated which company or industry characteristics determine the success of the three opportunities of digitalisation.
- ❖ Almost all companies involved in this research project operate in a Business-to-Business environment. It should be investigated whether the same conclusions and framework can be applied for companies that operate in a Business-to-Consumer environment.
- ❖ In the framework, focus is placed on the third subprocess of innovation: external innovation. The impact of digitalisation on this process is determined in this research project. The impact that digitalisation, and the three opportunities of digitalisation have had on the internal innovation process should be investigated.
- ❖ In the case study that provided the basis for the framework for the 'generic' product development process for digital programmable products the company used a stage-gate product development process. It should be investigated how the framework would change when a company uses a different type of product development process.
- ❖ As shown in table 6.1, possible cost reductions coming from the three opportunities of digitalisation were not investigated in this research project. Further research should be performed to investigate the impact of the three opportunities on the (development) costs.

References

- [And93] Anderson, W.L., Crocca, W.T. *Engineering Practice and co-development of product prototypes*, Communications of the ACM, 36, pp 49-56, 2003.
- [Ake01] Van Aken, J.E., van der Bij, J.D., Berends, J.J. *Dictaat Bedrijfskundige Methodologie*, 2001. (In dutch).
- [Bad02] Badgett, M., Bowen, H., Connor W. McKinley, J. *Countdown to product launch: are you confident customers will buy?* IBM: New Product and Service Development, 2002.
- [Bro99] Brombacher, A.C., *Maturity index on reliability: covering non-technical aspects of IEC61508 reliability certification*. Reliability Engineering & System Safety, 66, pp 109-120, 1999.
- [Bry03] Brykczynski, B., Small, R.A. *Reducing Internet-based intrusions: effective security batch management* IEEE Software, 20, pp 50-57, 2003
- [Emo04] Emonts, B. *Trends and Opportunities for product innovation in different industries*, Literature review, 2004.
- [FAO04] Website: <http://www.fao.org/docrep/x5307e/x5307e08.htm>
- [Fin95] Fink, A. *The survey Handbook*. Sage Publications, 1995.
- [Fre95] Frey, J.H., Mertens-Oishi, S. *How to conduct interviews by telephone and in person*, Sage Publications, 1995.
- [Gra01] De Graef, M.R. *Betrouwbaarheid van technische systemen; Anticiperen op trends*, STT 64, 2001. (In Dutch).
- [Gro72] De Groot, A. *Methodologie: Grondslagen van Onderzoek en Denken in de Gedragwetenschappen*, Mouton, 1972. (In Dutch).
- [Hei03] Heiser, J. *The perils of security patch management*, Network Security, 7, pp 9-12, 2003.
- [Ipp01] Ippolito, B. *Improving the software upgrade value stream*. RP0101, 2001.
- [Kau98] Kaulio, M.A., *Customer, consumer and user involvement in product development: A framework and a review of selected methods*. Total Quality Management, 9, pp 141-149, 1998.
- [Min99] Minderhoud, S. *Quality and reliability in product creation - extending the traditional approach*, Quality and Reliability Engineering International, 15, pp 417-25, 1999.
- [Mol02] Molenaar, P.A., Huijben, A.J.M., Bouwhuis, D. Brombacher, A.C. *Why do quality and reliability feedback loops not always work in practice*. Reliability Engineering & System Safety, 75, pp 95-302, 2002.
- [Nea98] Neale, M.R., Corkindale, D.R. *Co-developing products: involving customers earlier and more deeply*, Long Range Planning, 31, pp 418-425, 1998.
- [Oud04] Den Ouden, P.H., Luijten, T., van Bommel, L., Lu Yuan, Brombacher, A.C. *An uncertainty management model for strongly innovative product development processes*. Unknown, 2004.
- [Pos03] Post, G., Kagan, A. *Computer Security and Operating System updates*, Information and Software Technology, 45, pp 461-467, 2003
- [QRE04] Website: <http://www.tm.tue.nl/capaciteitsgroep/QRE/Research.htm>
- [Ros98] Rosenberger, W. *The adoption Curve: Reaching the "ready-to-buy" market segment*. Unknowns, 1998.
- [San99] Sander, P.C., Brombacher, A.C. *MIR: The use of reliability information flows as a maturity index for quality management*. Quality and Reliability Engineering International, 15, pp 439-447, 1999.
- [San00] Sander, P.C., Brombacher, A.C. *Analysis of quality information flows in the product creation process of high-volume consumer products*. International Journal of Production Economics, 67, pp 37-52, 2000
- [Sun02] SUN Systems, *INVs and Java Technology, Blueprint for the future - an industry perspective*, White Paper, 2002.
- [Ulr02] Ulrich, K.T., Eppinger, S.D. *Product Design and Development*, Irwin McGraw-Hill, 2002.
- [Ver04] Vermeulen, P. *Managing Product Innovation in financial services firms* European Management Journal, 22, pp 43-50, 2004.

Appendices:

The Impact of Digitalisation on the
Product Development Process in
Different Industries.

An Explorative Research

by Bjorn Emonts

*Student Industrial Engineering and Management Science,
Subdepartment Quality and Reliability Engineering
Faculty of Technology Management,
Eindhoven University of Technology*

Table of Contents

Appendix A. Case study using the MIR method	2
Appendix B Extensive Literature Research	4
<i>B.1 Upgrading of products after market launch</i>	4
B.1.1 Patching in the ICT industry	4
B.1.2 Product upgrading in the automotive industry [Sun02]	5
<i>B.2 Internal versus external innovation</i>	6
<i>B.3 User involvement in the Product Development Process</i>	8
B.3.1 Possible reasons for user involvement	8
B.3.2 Determine which types of users to involve when	9
B.3.3 How to involve users	11
B.3.4 Examples of user involvement in relevant industries	12
Appendix C Introduction Survey	13
Appendix D Questionnaire Survey	15
Appendix E Detailed Survey Results	19
<i>E.1 Developer of Pacemakers</i>	20
<i>E.2 Developer of Space Instruments</i>	25
<i>E.3 Developer of Software (1)</i>	29
<i>E.4 Developer of Software (2)</i>	32
<i>E.5 Developer of Medical Systems (1)</i>	36
<i>E.6 Developer of Software (3)</i>	42
<i>E.7 Developer of Medical Systems (2)</i>	45
<i>E.8 Developer of Hearing Devices</i>	51
<i>E.9 Developer of Copier and Printer Systems (1)</i>	55
<i>E.10 Developer of Space Travel and Aviation Systems</i>	59
<i>E.11 Developer of Printer and Copier Systems (2)</i>	63
<i>E.12 Developer of Automotive Systems</i>	68
Appendix F Introduction Case Study	71
Appendix G Questionnaire Case Study	73
Appendix H Detailed Process Maps Case Study	74

Appendix A. Case study using the MIR method

In the case study that is performed in order to obtain the final design, the product development process of a representative company that develops digital programmable products. In order to be able to analyse the product development process, an unambiguous process mapping method is chosen. In this case study, the product development process is mapped using the Maturity Index on Reliability (MIR) method [Bro99], because the MIR method does not only visualise the information flow in a given business process but also monitors the quality of the information of this business process [Mol02].

MIR method

In order to model the quality of feedback structures in a business process, it is necessary to distinguish the separate flows in the process. In a business process, such as the development and realisation of high-volume consumer products two main flows and a set of control factors can be distinguished [Mol02]:

- ❖ *Physical flow*: The transformation process of ideas and (raw) materials into a working product on the market (feedforward) and of malfunctioning products back to the supplier (feedback).
- ❖ *Information flow*: Information on the above products with respect to function, cost, time, and quality.
- ❖ *Control factors*: Factors that either control the physical flow or the information flow.

Analysing the reliability or the safety of a product will require not only the analysis of a product, but also the analysis of the (quality of the) reliability control loop of the organisations developing and operating a product. The quality of the reliability control loop can be measured in two aspects:

- ❖ The quality of the reliability related information in this loop; and
- ❖ The deployment of this information into the business processes.

In order to measure these aspects, the MIR concept is used. This scale of four level reflects the increasing capability of an organisation to analyse, predict and improve the reliability of current and future products. The four MIR levels are defined as [San00]:

- ❖ *Level 0: No information available*
The manufacturer has no relevant quantitative evidence of the process output of the products. Consequently, there are no control loops from Service back to Production and Development.
- ❖ *Level 1: How many problems?*
The manufacturer has quantitative evidence of the process output in terms of fall-off and field failures, and the information is fed-back into the process, but the origin of the problems/deviation is unknown.
- ❖ *Level 2: Where do they originate?*
The manufacturer has quantitative evidence of the process output, knows the origin of the problems, has the corresponding control loops, but does not know what exactly causes the problems
- ❖ *Level 3: What is the root cause?*
The manufacturer has quantitative evidence of the field behaviour, knows the origin of the problems and knows what actually causes them, and has the corresponding control loops and is able to solve problems. The manufacturer is, however, not able to prevent similar events from happening in the future.
- ❖ *Level 4: What can be done to prevent reoccurrence?*
The manufacturer has quantitative evidence of the field behaviour, knows the origin of the problems, and knows what actually causes them and what to do about it. The level of knowledge is such that the manufacturer not only knows

root causes of problems, but is also able to anticipate and prevent similar problems in the future. All corresponding control loops are in function.

A full MIR information flow is not based on the analysis of a single activity but on the analysis of a network of interrelated quality and reliability activities, and the information exchange between these activities, in a given business process [Mol02].

A MIR analysis consists of four steps [San99]:

1. All activities in the company with relation to process output are mapped in a so-called activity model, i.e. a model showing the smallest elements in a PCP.
2. Using interviews, the communication between activities is mapped and cross-checked; off-process activities are removed and the resulting information flows and information loops are identified.
3. In the resulting information flows, the MIR level is established via analysis of the documentation of actual events in actual projects.
4. The major bottlenecks determining the current MIR level are identified as priorities for improvement.

Appendix B Extensive Literature Research

In this appendix, the first research instrument, literature, is explored more detailed. The basis for this literature research is the figure presented before in chapter 1. In figure B.1 is used to give an overview of this chapter.

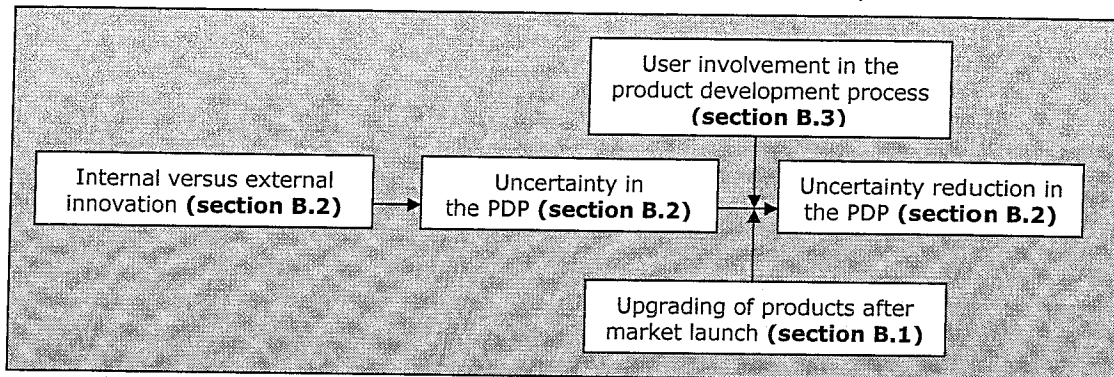


Figure B.1 Chapter overview

In section B.1, the upgrading of products after market launch is discussed. In section B.2, the concept of internal and external innovation is linked to the uncertainty that is created, and different types of product development processes are identified. In section B.3, literature about user involvement in the product development process is presented.

B.1 Upgrading of products after market launch

In this section, the third field of research is examined. As shown in figure 3.1, the upgrading can be used to reduce uncertainty in the product development process.

Literature about the upgrading of digital programmable products in the market is scarce. In the ICT industry, the concept of patching can be identified. However, in the ICT industry, products consist of software only. Patches also do not represent an improvement in functionality, they are "fixes" intended to address some sort of software flaw that didn't manifest itself until the software was installed by users. In section B.1.1, literature about patching is presented. In section B.1.2, documentation about product upgrading in the automotive industry is presented.

B.1.1 Patching in the ICT industry

Software applications commonly have security flaws that enable an unauthorized person to have access or capabilities that should not be allowed. Once a flaw becomes public, the vendor usually creates a patch to correct the flaw or prevent it from being exploited. An organization must apply the patch before an attack to reduce or eliminate the risk associated with the vulnerability [Bry03].

Microsoft and other vendors have created semi-automated Internet-based programs to notify administrators and to distribute and install security upgrades. The question that remains is whether the upgrade process is effective and easy enough to use, versus the risks presented by openly publishing the potential for security attacks [Pos03].

Although some patches may be necessary for compatibility reasons, to accommodate new peripherals, for instance, their installation can be delayed until a scheduled system update. The real pain comes from the patches created to plug newly discovered security holes that arrive on the doorstep unexpectedly, crying out to be installed immediately [Hei03].

Patched software is less likely to have exploitable security vulnerabilities and it is more compatible with new hardware and software. Patches may also rectify stability problems. But if it were possible to install it at no cost, wouldn't everyone want to have the latest and greatest software? Certainly nobody expects the software vendor to be flexible about support when the system in question is lacking the latest patches. Software makers are often in a hurry to rush out security fixes, and they might not fully test the patch. Even if a particular patch does work as documented, the provider cannot test it against all possible combinations of hardware and software, so it may be incompatible with a particular installed base [Hei03].

B.1.2 Product upgrading in the automotive industry [Sun02]

Today's automotive electronics provide just a glimpse of what 's possible. On the horizon are systems with functions so broad that new terms, such as "Intelligent Networked Vehicle" (INV) are being used to describe them. INV is used to describe next-generation automotive electronics systems.

Compared to today's in-vehicle electronic systems, the list of capabilities that drivers and passengers will soon have at their fingertips may be limited only by the imagination. The functions of next-generation automotive electronics systems will combine mission-critical automotive control, or "Real Car", applications with convenience, entertainment, and data-driven services.

For the industry at large, the emergence of INV systems carries huge strategic implications. On the marketing side, INV systems promise to change basic purchasing patterns by transforming one-time buys (where the electronics systems are bought new, as part of the car) into ongoing sources of revenue supported by subscription services and system upgrades that can be installed over the life of the car.

Furthermore, INV technologies offer synergies with the computing and consumer electronics industries that could result in the development of new or enhanced products. The value that automakers add is that of providing a more robust and safer docking environment for the use of cell phones and other wireless devices such as PDAs. For instance, a major automotive electronics player is already working with the Palm Pilot to develop voice-guided navigation systems.

Today's automotive electronics systems are bought up front as standard or optional equipment during the initial purchase of the car. This is consistent with the product development cycles for traditional "Real Car" functions that are designed for the specific vehicle platform itself. The drawback of this approach for customers is that the only upgrade path is complete replacement.

However, the addition of information, entertainment, and other consumer convenience services does not require the same model. These services should be able to evolve over the life of the car, and be available to consumers as they need them.

Therefore, tomorrow's INV systems should be designed for upgrade, allowing consumers to add new options during the life of the car.

Extensibility also pertains to the delivery of new software services into the vehicle from the network. With software evolving at a much faster rate than hardware, the ability to quickly distribute new applications to millions of vehicles is a much more important factor than the upgrading of hardware components.

The entire systems package must be configurable because a single size, or mix of options, won't fit the needs of all customers. Car buyers should be provided a choice of options, and the opportunity to upgrade or add functionality or content throughout the life of the vehicle.

B.2 Internal versus external innovation

In literature, the concept of internal and external innovation as used here, is not identified. In this section, a parallel for this concept is sought in literature.

Different types of innovation create different types of uncertainty. Den Ouden [Oud04] identifies three types of uncertainty. These are:

- ❖ *Market uncertainty*: uncertainty about what the consumers want and what the market looks like;
- ❖ *Product technology uncertainty*: uncertainty about the behaviour, performance and quality of product technologies;
- ❖ *Industrial chain uncertainty*: uncertainty about the behaviour, performance and quality of production process technologies.

The paper of Den Ouden discusses the impact of uncertainty on the product development process. Since different types of uncertainty exist, it is necessary to distinguish in the structure of a product development process as a function of these different uncertainties.

Figure B.2 Identifies five different structures of a product development process as a function of the different uncertainties. These structures are not based on the newness of the product but on the uncertainty they generate.

Derivative Projects

The reference case (no uncertainty), with respect to uncertainty, is a so-called derivative product; a product that differs only on a few, limited, aspects from a well-known predecessor. These projects range from cost reduced versions of existing products to add-ons or enhancements for an existing production process. Development work on derivative projects typically falls into three categories: incremental product changes; incremental process changes; and incremental changes on both dimensions.

		Product Technology Uncertainty			
		Low	Low	High	High
		Industrial Chain Uncertainty			
		Low	High	Low	High
Market Uncertainty	High	Scouting Projects	Break Through Project	Break Through Project	Stepping Stone Project
	Low	Derivative Projects	Positioning Project	Positioning Project	Break Through Project

Figure B.2 Different structures of development processes

Positioning Projects

These projects represent cases which are dominated by internal (technical or industrial) uncertainty. In these projects the level of uncertainty on one internal dimension (technical or industrial) is high, but you have confidence that you know the markets and segments you eventually want to serve. Because the major uncertainties deal with alternative technological solutions, the recommended approach could be to work in parallel on more than one technical solution to reduce the risk of making a single wrong bet. Because this is very expensive, as soon as possible the technical uncertainty must be reduced by testing. After this uncertainty reduction the most promising technical solution must be selected.

Scouting Projects

In contrast with projects with a high internal uncertainty scouting project represent cases with a high external (market) uncertainty. Scouting projects are

used when you are confident you can develop the technology but you are not sure which combinations of attributes the market will eventually prefer. The core question you seek to answer with these projects concerns how future markets will be segmented and what will be the way to develop technology applications for these emerging segments. The recommended approach is to get some prototype offering into the hands of users early in the product creation process, to get feedback in the form of their reactions to the features. Because even fabulously well-researched and technically brilliant products can fail in the marketplace, caution is needed with decisions for investments. The market lies outside a company's boundaries which makes these projects quite different from positioning projects. The development of technologies can be taken off-line (in pre-development or R&D-projects), this is not possible with the development of the market.

Breakthrough Projects

These projects involve significant changes on two out of the three dimensions. Three combinations can be made that fulfil these requirements. These combinations each have their own characteristics. An example of a breakthrough product is a first-to-market new core product, exploiting radical technology and/or unique market concept. Successful breakthrough products establish core products and/or processes that differ fundamentally from previous generations. The recommended approach is a combination of the approach in "scouting" and "positioning" projects. Caution is needed in these projects because the uncertainty is on more than one aspect which makes the project difficult and risky.

Stepping Stone Projects

Stepping stone projects combine all aspects of uncertainty; due to the highly uncertain nature of the project, stepping stone projects usually start with small exploratory studies into less challenging market niches and use the experience gained there as stepping stones to build technologies in increasingly challenging and attractive markets, discovered as you go. Also exploring a new market with existing technology can be the strategy. Stepping-stone options focus on the creation of a new technological competence base in what seems to be irresistibly attractive opportunities.

A parallel can be drawn with the concept of internal and external innovation:

- ❖ A Stepping Stone project can be seen as a combination of an internal and external innovation project.
- ❖ A Scouting project can be seen as an external innovation project.
- ❖ A Positioning project can be seen as an internal innovation project.
- ❖ Break Through projects cannot be classified as either an internal or an external innovation project.

B.3 User involvement in the Product Development Process

In this section, the second opportunity of the digitalisation of technology is explored: user involvement in the product development process.

To benefit fully from user knowledge, companies should develop a plan for user involvement that includes: which user types to solicit, when in the process to involve those different user types, what analysis will be conducted, how the analysis will be used and how the information gathered will be transferred back to the product development team [Bad02].

Many companies rely only on general, ongoing user research that does not necessarily correspond to a specific stage of the process or a certain product. Both targeted, scheduled user involvement and ongoing user research are necessary elements of successful product development. User involvement needs to be made realtime, structured and integrated throughout the entire development process [Bad02].

One would think that in this technological age, the ability to incorporate user needs into the product development process would be easier than ever. However, in the rush to get new products and services to market faster, companies are finding it more difficult to incorporate user insights into the development process. When it comes to product development decision making, executives are faced with a host of questions, trade-offs and competing priorities that are driven by numerous, difficult-to-prioritize, imperatives [Bad02].

The following sections address the following subjects:

- ❖ Possible reasons for user involvement (B.3.1);
- ❖ Determine which types of users when to involve (B.3.2);
- ❖ How to involve users (B.3.3);
- ❖ Examples of user involvement in relevant industries (B.3.4).

B.3.1 Possible reasons for user involvement

From literature, several reasons for user involvement are given. These include:

- ❖ User involvement gives developers an understanding of the operational environment of the system and provides an understanding of how the system will be used [Ipp01].
- ❖ Involving users in the product development process is expected to shorten the time required to discover user needs and produce products that satisfy them [And93].
- ❖ User involvement can be used to determine unmet user needs, determine how users choose and to analyse the competition [Bad02].
- ❖ The more removed a product concept is from the experience of the user, the harder it is to obtain useful information on the product's marketability from concept testing. The process of experimentation with prototypes allows the user to discover new aspects to the technology [Nea98].
- ❖ User involvement can play an important role in assisting the early identification of applications and benefits provided by a new technology thus making the early and clear definition of a technology [Nea98].
- ❖ Technology originators should collaborate closely with the potential users to establish fit between the new technological embodiment and to identify previously unidentified applications [Nea98].
- ❖ User involvement leads to agreement between the end user and developers on performance expectations [Ipp01].

B.3.2 Determine which types of users to involve when

Certain types of users are better suited for product testing and product feedback in different stages of the development process. For example, when testing a cutting-edge, high-tech, new concept targeted at the technologically sophisticated, lead users and expected early adopters are often the best resource because they embrace and are curious about new innovations. However, when conducting the final round of user testing of a product targeted at the mass market, a broader selection of general users is typically most appropriate. When trying to identify trends in user preferences and determine user's likes and dislikes, data from ongoing, general user research is often the most revealing source of information. Companies should develop a plan to determine which type of users to involve during which phase of the product development process and to determine when it is best to rely on ongoing user research [Bad02].

The types of users that can be identified are: [Ros98]

- ❖ *Lead users*

Lead users usually encompass three to five percent of the market and are the first to accept an idea. They often tend to be younger and high in social and economic status. They have many contacts outside their own social group and community and are mobile and creative.

- ❖ *Early adopters*

Early adopters are also likely to be high in social status and are often younger, more mobile, and more creative. This group tend to accept contact by sales people. In addition, mass media are important information sources. They account for about 10 to 15 percent of the market.

- ❖ *Early majority*

The early majority consists of those with above-average social status and who will typically not consider an innovation until many early adopters have tried it. Often a long period elapses between trail and adoption. This group has considerable contact with mass media, sales people, and early adopters. They account for approximately 35 percent of the market.

- ❖ *Late majority*

The late majority also accounts for approximately 35 percent of the market. They tend to be below average in social status and income and are less likely to follow early adopters. In face, some social pressure from their own group may be required before they try a new product, but then, adoption may follow quickly.

- ❖ *Laggards*

This group accounts for five to fifteen percent of the market. They generally have the lowest social status and income, and tend to be tradition bound.

Other groups of users include [Bad02]:

- ❖ *Competitor's customers*

Competitor's customers can be a valuable source of insight into why a specific product or brand isn't purchased.

- ❖ *Mass market*

Mass-market users can confirm that the product is relevant to the mass audience and that the direction gained from working with lead users does not lead to creation of a product that only a small, niche, advanced market desires.

Kaulio [Kau98] presents an analytical framework and an interdisciplinary review of seven selected approaches dealing with customer, consumer and user involvement in the different phases of the product development process. The word 'customer' is employed as a synonym for consumer or user. The term 'customer involvement in product development' denotes the interaction between customers and the design process. This framework is presented in figure B.3.

Kaulio identifies three types of customer involvement:

- ❖ *Design for the customer*
Denotes a product development approach where products are designed on behalf of the customers. Data on users, general theories and models of customer behaviour are used as a knowledge base for design. This approach often also includes specific studies of customers, such as interviews or focus groups.
- ❖ *Design with the customer*
Denotes a product development approach, focusing on the customer, utilising data on customer preferences, needs and requirements as in a "design for the customer" approach, but, in addition, includes display of different solutions/concepts for the customers, so the customer can react to different proposed design solutions.
- ❖ *Design by the customer*
Denotes a product development approach where customers are actively involved and participate in the design of their own product.

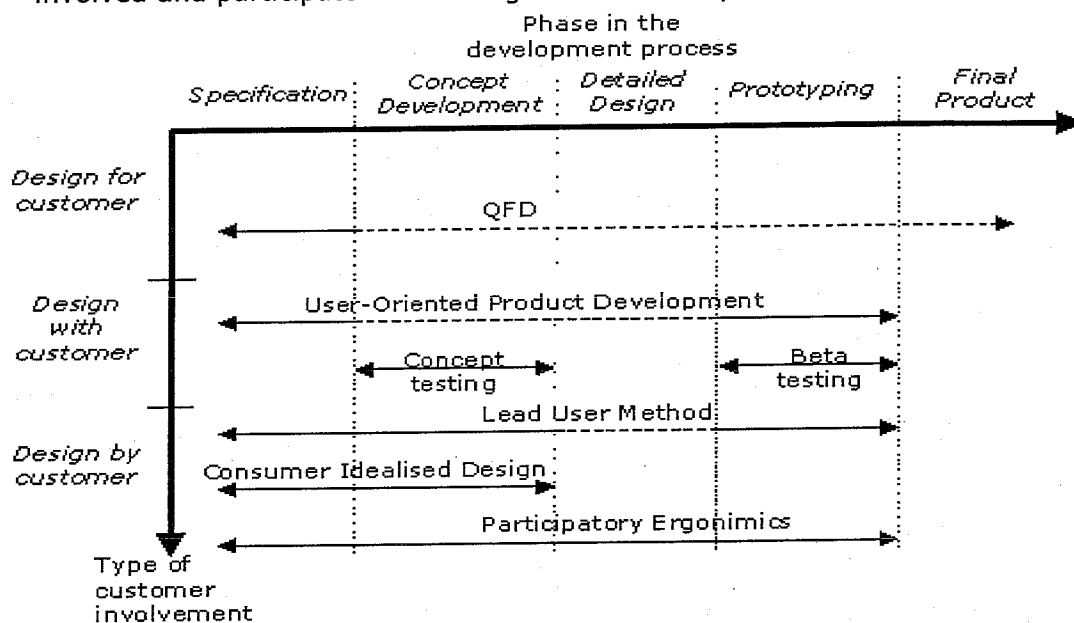


Figure B.3 User Involvement Framework

The seven methods are explained briefly here [Kau98]:

- ❖ *QFD*
This method, or rather methodology, is described as a system to assure that customer needs drive the product design and production process. QFD prescribes a process model and, by specifying information needed in order to fill the matrices, implicitly specifies and suggests data collection methods. The design process is guided by the voice of the customer. However, the involvement of customers themselves occurs only in the initial phase of the product design process. Feedback from customers in the latter stages of the development process is not explicitly supported by QFD.
- ❖ *User-oriented product development*
User-oriented product development is a human factors/ergonomics engineering approach to product design. This approach is characterised by a problem analysis of user/use requirements with a starting point in the use situation, leading to the formulation of user requirements, a transformation of these user requirements into measurable engineering requirements and an iterative design where prototypes are tested by users and modified by designers.

- ❖ *Concept testing*
Concept testing is an approach that aims to involve customers in the conceptual design phase, preferably known as the concept evaluation phase. Stimulus materials, such as paper-and-pencil sketches, models, mock-ups and prototypes of the product-to-be, are recommended, in addition to verbal communication.
- ❖ *Beta testing*
Beta testing can be described as an approach applied in the latter phases of the product design process, and aims to determine if the product does what it is designed to do in the customer environment. Usually, working prototypes are placed with selected customers in order to test the influence of environmental factors, as well as the level of customer satisfaction.
- ❖ *Consumer idealised design*
Consumer idealized design is described as a process for involving consumers in the actual design of new manufactured goods. The approach deals mainly with the conceptual design and requirement analysis phase of product development, and focuses on involving users in the early phases of the product design process.
The process is conducted as a group exercise similar to that of focus groups. The participants must be carefully selected representatives of the target market. Several groups of ordinary consumers, composed of different market segments, are recommended for best results.
- ❖ *Lead user method*
This approach is described as a methodology composed of the lead user concept integrated with market research techniques. The aim is not, primarily, to establish requirements, but to elicitate specific solution data from lead users. Lead users are users who face needs that will be general in the marketplace but face them months or years before the bulk of the marketplace encounters them.
- ❖ *Participatory ergonomics*
Participatory ergonomics is an approach used in industrial ergonomics and architecture. The basic idea is that the workers/users themselves actively participate as designers, generate ideas and design their (own) working environment or living space.

B.3.3 How to involve users

Gathering data involves contact with users and experience with the use environment of the product. Three methods are commonly used [Ulr02]:

- ❖ *Interviews*
One or more development team members discuss needs with a single user. Interviews are usually conducted in the user's environment and typically last one to two hours.
- ❖ *Focus groups*
A moderator facilitates a two-hour discussion with a group of 8 to 12 users. Focus groups are typically conducted in a special room equipped with a two-way mirror allowing several members of the development team to observe the group.
- ❖ *Observing the product in use*
Watching users use an existing product or perform a task for which a new product is intended can reveal important details about user needs. Observation may be completely passive, without any direct interaction with the user, or may involve working side by side with a user, allowing members of

the development team to develop firsthand experience using the product. Ideally, team members observe the product in the actual use environment.

Badgett [Bad02] identifies three additional methods that build on traditional methods:

❖ *Testing in the user's natural environment*

Asking users to test products in places they would normally use them and later, provide feedback on their experience with the product or service through an interview or feedback form.

❖ *User idealised design*

This method is similar to a focus groups setting, but the session usually lasts all day and participants are told to forget what is familiar and to brainstorm new product ideas as a group.

❖ *Web-based techniques*

Only a few companies have been brave enough to venture forth into the world of Web-based research methods. In many cases, web capabilities offer fast, inexpensive, simultaneous communication. Rich media provides enhanced graphic and interactive simulation, thus reducing the need for full physical prototypes in testing.

B.3.4 Examples of user involvement in relevant industries

Examples of user involvement in relevant industries:

- ❖ A major provider of financial software and online tools iterates product design based on user feedback, creating several beta versions of new products before product launch. User feedback is collected on each version and incorporated into the design of the beta version [Bad02].
- ❖ A medical technology company uses interviews (with doctors and clinicians) and observation (hospital maps) in order to successfully involve users in the development process [Bad02].
- ❖ A leading provider of financial software uses a survey (with small business users) and observation (watch users use product at home) for user involvement [Bad02].
- ❖ A mass market automobile manufacturer uses interviews and focus groups (with users) and observation while driving with users (how they use features, problems they face, and so on) [Bad02].
- ❖ Another innovative company, a leading mobile phone company, embeds usage-tracking software into the phones of selected new users to track product performance and use [Bad02].
- ❖ The banks and insurance companies in the study of Vermeulen [Ver04] rarely involved users, front office personnel and intermediaries in the development of the service concept. User interaction was basically at a low level.
- ❖ A study in the space industry concluded that information provided by the end user is considered very important by the requirement practitioners and needs to be captured through end user involvement early in the development process [Ipp01].

Appendix C Introduction Survey

The effect of digitalisation on the product development process

As a student of the faculty Industrial Engineering and Management Science at Eindhoven University of Technology in the Netherlands, I am performing my graduation project at the department of Quality and Reliability Engineering, supervised by Ir. S. Minderhoud and Prof. dr. ir. A.C. Brombacher.

The topic of my graduation project is product development for digital programmable products in different industries. A digital programmable product is a product in which the software can be upgraded without changing the hardware.

Opportunities

The digitalisation of the technology creates enormous opportunities for the development process of new products. Opportunities of digitalisation that can be identified are:

- ❖ *Development of products after market launch*
Because of the digitalisation of technology, the possibilities to further innovate, upgrade the (software of) products in the market and to add functionalities to existing products have increased.
- ❖ *Internal versus External Innovation*
New products can be innovative for all kinds of persons involved. A product can be new for the innovator, who has never developed a product with some kind of technology. A product can also be completely new for the user: the user might not know what can be done with the new product. A distinction can be made between two different types of innovation:
 - External innovation: Existent products/technologies are developed and launched in new markets because of the digitalisation and the following cost reduction.
 - Internal innovation: New products/technologies are developed and launched in existent markets.
- ❖ *User involvement in the product development process*
Users can be involved in the product development process (PDP) in order to find out what the user actually expects or needs in the new product. Because of the digitalisation of products, it is possible to involve these users in an early stage of the product development process before the entire digital programmable product has been specified.

The development of products after market launch and the development of new products for either the user or the developer creates uncertainty in the product development process. Involvement of users in the product development process can be used to reduce this uncertainty.

By identifying these opportunities of the digitalisation of products, companies can deal with possible future problems like:

- ❖ The product's hardware lifecycle is much longer than the software lifecycle because of the rapidly changing consumer needs.
- ❖ Many features and functionalities can be added to a product relatively easy. However, some of these features or functionalities are used by the customer and some are not.

By upgrading the software of a product, the software lifecycle can be lengthened. By involving the user early in the development process, the "right" features and functionalities are added to the product.

Research question

The main research question for my graduation project is as follows:

What is the effect of the digitalisation of technology on the product and service development process in different industries with regard to:

- ❖ Further development of products/services after market launch
- ❖ Internal versus external innovation
- ❖ User involvement in the product and service development process

Industries that are interesting for this research project satisfy the following criteria:

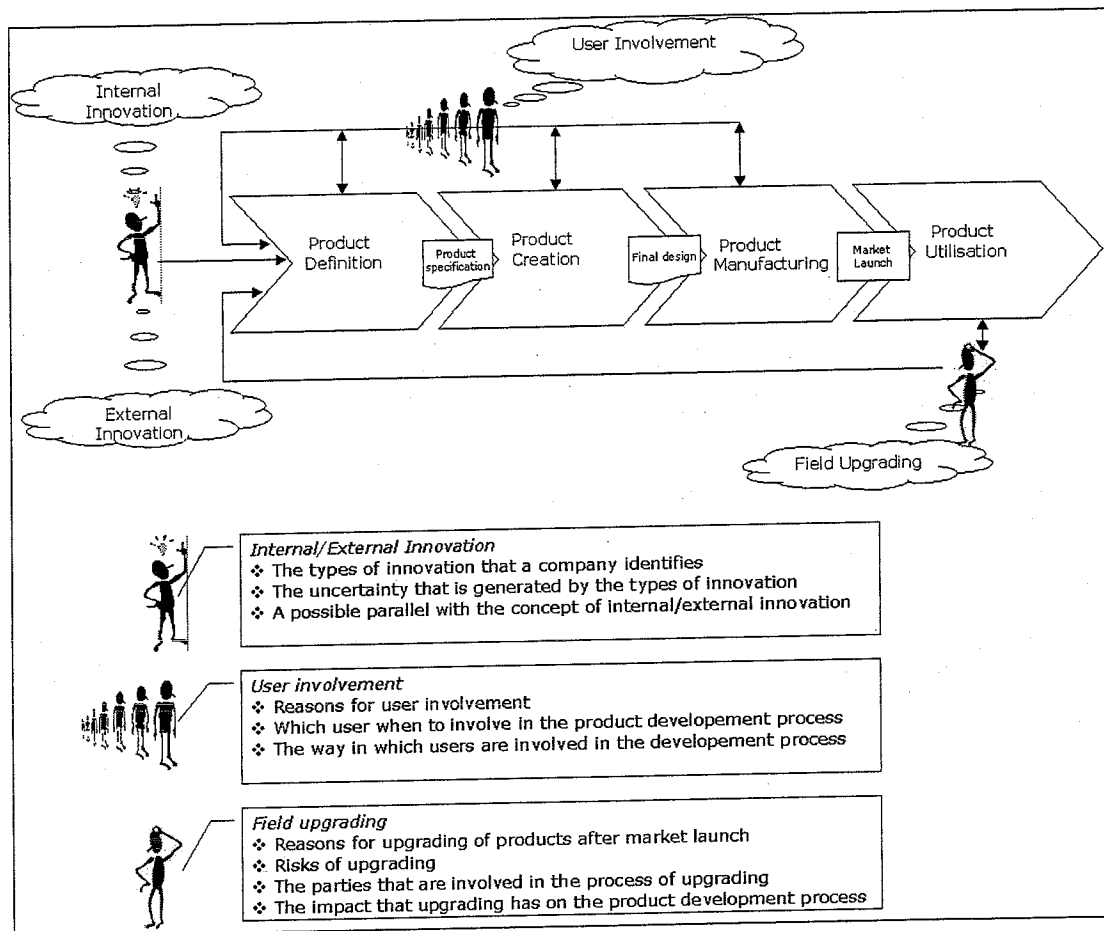
- ❖ Innovative digital programmable products or services
- ❖ Development or upgrading of products after market launch
- ❖ Involvement of users in the product development process

Survey

The answers to the research questions will be found by making use of a survey. This survey will function as a guide in the interview at the companies selected for the survey.

Participating companies will be reported on the findings from this survey and this research project, and can hereby gain advantages for the future, and the above-mentioned possible future problems may be prevented.

The model that will be used for this survey is presented here.



In the product definition, creation and manufacturing process, user involvement can lead to improvements to the product. In the product utilisation, the product's software can be upgraded in the field in order to improve the product.

Participants of the companies involved in the survey should have a clear overview of (preferably) all three areas of research.

Appendix D Questionnaire Survey

Introductie

Uitleg onderzoek

- Digitalisering van producten: uitdagingen
 - Upgraden van producten in het veld
 - Betrekken van gebruikers in het ontwikkelproces
 - Verschillende typen ontwikkelprocessen voor verschillende typen producten: uitleg interne innovatie, externe innovatie.
- Ingaan op deze drie onderzoeksgebieden in verschillende industrietakken:
 - Medische Systemen industrie
 - Lucht- en ruimtevaart industrie
 - Copier en printer industrie
 - Automatiserings industrie

1.1 Bedrijf

- Functie geïnterviewde
- Werkzaamheden
- Doelen en missie
- Omvang bedrijf
- Welke activiteiten voert het bedrijf zelf uit?
 - Ontwikkeling
 - Productie
 - Verkoop
 - Service

1.2 Bedrijfstak

- Hoe ziet de markt eruit?
- Concurrentie
- Positie van het bedrijf in de markt
- Waarop kan het bedrijf concurreren: Belang van tijd, geld en kwaliteit in de productontwikkeling

1.3 Digitalisering

- Hoe heeft de trend van digitalisering de werkwijze van het bedrijf veranderd?
- Waarin verschilt het productontwikkelproces van nu van het productontwikkelproces voor de digitalisering?
- In hoeverre worden de drie onderzoeksgebieden toegepast bij het bedrijf?

Interne versus externe innovatie

- ❖ De typen innovatie die een bedrijf onderscheid
 - 2.1 Maakt het bedrijf een onderscheid tussen verschillende typen innovatie projecten?
 - *Derivative projects*
 - *Positioning projects*
 - *Scouting projects*
 - *Breakthrough projects*
 - *Stepping stone projects*
 - 2.2 Hoe verschillen deze typen van elkaar wat betreft het product ontwikkelproces?
 - *Nieuwheid voor de gebruiker*
 - *Nieuwheid voor de ontwerper*

- ❖ De onzekerheid die ontstaat bij deze typen innovatie
 - 2.3 Wat voor onzekerheid ontstaat er bij de verschillende typen innovatie?
 - *Markt onzekerheid*
 - *Product technologie onzekerheid*
 - *Industriële keten onzekerheid*
 - 2.4 Wat is de reden van deze onzekerheid?
 - 2.5 Hoe komt deze onzekerheid tot uiting?
 - *Harde problemen (defecten in het product, product probleem)*
 - *Zachte problemen (fouten in de specificaties van het product, gebruikers probleem)*
 - 2.6 Hoe wordt er met deze onzekerheid omgegaan?

- ❖ Een mogelijke parallel met het principe van interne en externe innovatie
 - 2.7 In het onderscheid tussen de verschillende typen innovatie, is er een overeenkomstigheid met het principe van interne en externe innovatie?
 - *Interne innovatie: nieuwe technologie voor de ontwikkelaar*
 - *Externe innovatie: bestaande technologie voor de ontwikkelaar, nieuw voor de gebruiker*
 - 2.8 Hoe verschilt het product ontwikkelproces van een interne innovatie van het product ontwikkelproces van een externe innovatie?

Hoe is het onderscheid maken tussen verschillende typen productontwikkelprocessen veranderd sinds het meer en meer digitaal worden van producten?

Het betrekken van gebruikers

- ❖ Redenen voor het betrekken van gebruikers in het ontwikkelproces
 - 3.1 Worden er gebruikers betrokken in het productontwikkelproces?
 - 3.2 Bij nee: Waarom niet?
 - 3.3 Bij ja: Wat zijn de redenen voor het betrekken van gebruikers in het product ontwikkelproces?
 - *Determining unmet needs*
 - *Determining how customers choose*
 - *Analysing the competition*
 - *Understanding of the operational environment*
 - *Understanding of how the product will be used*
 - 3.4 Wat zijn de nadelen van het betrekken van gebruikers?

- ❖ Welke gebruiker wanneer te betrekken in het ontwikkelproces
 - 3.5 Wat voor onderscheid wordt er gemaakt tussen verschillende typen gebruikers?
 - *Lead users*
 - *Early adopters*
 - *Early majority*
 - *Late majority*
 - *Laggards*
 - *Competitor's customers*
 - *Mass market*
 - 3.6 Hoe worden deze gebruikers geselecteerd?
 - 3.7 Welke gebruiker wordt op welk moment betrokken in het product ontwikkelproces?
 - *Product definition*
 - *Product creation*
 - *Product manufacturing*
 - *Product utilisation*

- ❖ Hoe worden deze gebruikers betrokken in het proces?
 - 3.8 Wat is het doel van elk van de terugkoppelmomenten?
 - *Test for usefulness (wil de gebruiker dit product?)*
 - *Test for usability (kan de gebruiker dit product op een goede manier gebruiken?)*
 - 3.9 Hoe is elk terugkoppelmoment georganiseerd?
 - *(Customer and consumer) interviews*
 - *Focus groups*
 - *Observing the product in use*
 - *Testing in the customer's natural environment*
 - *User idealised design*
 - *Web-based techniques*
 - 3.10 Hoe beïnvloed elk terugkoppelmoment de factoren:
 - *Time to market*
 - *Ontwikkelkosten*
 - *Kwaliteit van het product*
 - 3.11 Hoe wordt de gebruikersinformatie naar het ontwikkelteam teruggekoppeld?

Hoe is het proces van het betrekken van klanten in het ontwikkelproces veranderd sinds het meer en meer digitaal worden van producten?

Upgraden van producten in de markt

- ❖ Redenen voor het upgraden van producten in de markt
 - 4.1 Worden er producten in de markt geupgrade?
 - 4.2 Zo nee, waarom niet?
 - 4.3 Zo ja, wat is de reden voor het upgraden?
 - *Toevoegen of wijzigen van functionaliteiten*
 - *Herstellen van fouten*
 - 4.4 Waarom wordt de keuze gemaakt om een product te upgraden in plaats van een geheel nieuw product te ontwikkelen?
 - 4.5 Wat zijn de problemen van het upgraden van producten in de markt?
 - 4.6 Wat zijn de kenmerken van producten die geschikt zijn voor upgraden?
 - 4.7 Wanneer wordt de beslissing gemaakt om een product te gaan upgraden? Op welk tijdstip of onder welke omstandigheden?
 - 4.8 Wie initieert dit proces?
 - *Marketing*
 - *Engineering*
 - *Service*

- ❖ Risico's van upgraden
 - 4.9 Wat zijn de risico's van het in de markt zetten van producten die nog niet geheel uitontwikkeld zijn?
 - 4.10 Hoe wordt er met deze risico's omgegaan?

- ❖ De partijen die betrokken zijn in het proces van upgraden
 - 4.11 Welke partijen zijn betrokken in de ontwikkeling van een product upgrade?
 - 4.12 Wat is de rol van gebruikers in dit ontwikkelproces?
 - 4.13 Wat is de rol van toeleveranciers in dit ontwikkelproces?
 - 4.14 In welke organisatievorm werken deze partijen samen?

- ❖ De invloed die upgraden heeft op het product ontwikkel proces
 - 4.15 Welke fasen worden door het bedrijf onderscheiden en wat is de essentie van elk van deze fasen?
 - 4.16 Welke fasen in het ontwikkelproces van een product dat ge-upgrade gaat worden, zijn significant anders van dat van een product dat niet ge-upgrade gaat worden?
 - *Product definition*
 - *Product creation*
 - *Product manufacturing*
 - *Product utilisation*
 - 4.17 Hoe verloopt over het algemeen het proces van upgraden?

Hoe is het proces van upgraden van producten in het veld veranderd sinds het meer en meer digitaal worden van producten?

Appendix E Detailed Survey Results

This Appendix presents the detailed survey results. For all companies, a detailed description is given.

Overview of the Appendix:

- E.1 Developer of Pacemakers
- E.2 Developer of Space Instruments
- E.3 Developer of Software (1)
- E.4 Developer of Software (2)
- E.5 Developer of Medical Systems (1)
- E.6 Developer of Software (3)
- E.7 Developer of Medical Systems (2)
- E.8 Developer of Hearing Devices
- E.9 Developer of Copier and Printer Systems (1)
- E.10 Developer of Space Travel and Aviation Systems
- E.11 Developer of Copier and Printer Systems (2)
- E.12 Developer of Automotive Systems

E.1 Developer of Pacemakers

Algemeen

Het bedrijf richt zich op het ontwikkelen en produceren van pacemakertechnologie. De positie van het bedrijf heeft zij bereikt door een nauwe samenwerking met vooraanstaande artsen en de innovatieve benadering van de hartstimulatietechnologie. De patiëntgerichte therapieën hebben tot doel de klachten van de patiënt te minimaliseren, zo al niet te verhelpen, zodat de patiënt weer een normaal leven kan leiden.

De markt waarin het bedrijf opereert is de low-power pacemaker markt die zich richt op patienten met een te laag hartritme.

Het bedrijf kan concurrenieren op het gebied van innovatie en het ontwikkelen en toepassen van nieuwe therapieën. Het bedrijf is relatief klein, waardoor het flexibel is, en heeft een goed contact met de artsen.

Kwaliteit is hierbij een gegeven, een randvoorwaarde: fouten mogen niet voorkomen in de gebruiksfase.

Begin jaren 80 is het bedrijf begonnen met het gebruik van een microprocessor in de pacemaker, wat de wereld heeft geopend voor complexere functionaliteiten, waarbij de embedded software (firmware) de mogelijkheden opende om heel complexe dingen te gaan doen.

Hierna zijn in een hoog tempo allerlei innovaties gekomen.

Retrospons: het aanpassen van het hartritme aan de behoefte van de patient (software gestuurd.)

Volledig digitale pacemaker (het signaal dat van het hart komt wordt ook gedigitaliseerd). Probleem hierbij was vooral stroomgebruik.

Trend van digitalisering

In een pacemaker zal altijd een stukje analoge technologie aanwezig blijven: aan de meetkant de sensoren, en aan de stimulerende kant de actuator, zijn analoog. Alles wat hiertussen zit is digitaal.

Het feit dat de pacemaker gedigitaliseerd is heeft de manier van werken bij het bedrijf niet echt veranderd. De grootste verandering is dat er voorheen geen software afdeling was, en dat deze er nu wel is.

Door het digitaal worden van de pacemaker kan meer en betere kennis over het hart verkregen worden, er worden meer en betere gegevens uit het hart verkregen. Deze gegevens zullen in de toekomst meer en meer geanalyseerd gaan worden en van hieruit kunnen dan weer nieuwe en betere therapieën ontwikkeld worden. Er wordt niet verwacht dat de manier van werken hierdoor erg gaat veranderen.

Upgrading

Upgraden wordt toegepast. Het is nog niet zo dat upgraden al een marketing instrument is: er worden nog geen features verkocht. Het is vaak het aanpassen of optimaliseren van een feature. De medische markt is nog erg conservatief en stug wat betreft software upgrades waar voor betaald moet worden.

Upgrading is mogelijk geworden door de digitalisering. Door de voortschrijdende technologie worden de mogelijkheden voor upgrading wel steeds groter.

Interne versus externe innovatie

Interne/Externe innovatie is bij het bedrijf niet aan de orde. Voor ieder ontwikkelproject wordt een en hetzelfde proces gebruikt.

De marktwens wordt in overleg met bepaalde artsen bepaald. Hier wordt de marketing en het te ontwikkelen product/feature/therapie op afgestemd. Hierin zit ook een technology push: de markt heeft weinig zicht op de technologische mogelijkheden.

User involvement

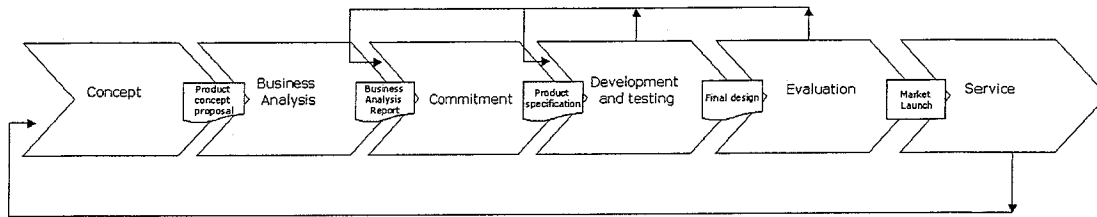
De gebruiker wordt in de vorm van de arts betrokken in het ontwikkelproces. De patient wordt op dit moment nog niet betrokken. De arts is degene die geconsulteerd wordt. De arts heeft vaak zelf al een idee over hoe een probleem opgelost zou kunnen worden. Door gebruik te maken van een bestaande pacemaker (soort van vroeg prototype), waarin bepaalde functionaliteiten gedownload worden, wordt getracht dit probleem op te lossen. Vervolgens wordt deze feature in een nieuw product toegepast.

De patient wordt nog niet betrokken. Echter de patient wil ook steeds meer informatie en mogelijkheden over zijn eigen gezondheid. In de toekomst zal de patient in de ontwikkeling van nieuwe therapieën steeds meer betrokken moeten gaan worden.

In de afgelopen jaren is de wijze van betrekken van gebruikers niet echt veranderd onder druk van de digitalisering. Wel zijn de mogelijkheden die aan de klant aangeboden kunnen worden veel groter geworden.

Ontwikkelproces

Het ontwikkelproces kan als volgt worden geschematiseerd:



In de concept fase worden functionele specificaties van een feature in samenspraak met de arts opgesteld. Vaak is het zo dat de arts een dergelijke ontwikkeling initieert en door de research afdeling een mogelijke oplossing ontwerpt en deze wordt dan middels een prototype naar een arts teruggekoppeld.

In de business analyse fase wordt een business case gebouwd waarin bekeken wordt wat het project gaat kosten en opleveren. Als dit antwoord positief is, wordt een project gestart.

In de commitment fase komen de definitieve specificaties tot stand.

In de development fase gaan de engineers aan het werk om een feature te ontwikkelen en te implementeren in een pacemaker.

In de evaluatiefase wordt een klinische evaluatie van het product gedaan. In deze klinische evaluatie moet aangetoond worden dat het product doet wat het zou moeten doen. Safety van de patient speelt hierin een grote rol. In sommige gevallen moet er echt bewijs geleverd worden van de doeltreffendheid van een product. Op dit moment kan het product nog niet commercieel in de markt gezet worden. Er worden hierbij patienten (in de vorm van een soort field test) geheel gevolgd en geanalyseerd. Als dit succesvol verloopt komt er vanuit de regelgeving toestemming om het product commercieel te maken en vrij te geven.

Voor ontwikkeling na market launch (upgrading) wordt in een hoger tempo nagenoeg hetzelfde proces doorlopen als de ontwikkeling van een geheel nieuw product.

Het betrekken van gebruikers in het ontwikkelproces

De gebruikers zoals die bij het ontwikkelproces betrokken worden zijn de artsen en specialisten.

Bij deze artsen zit enorm veel kennis en zij zijn degenen die te maken krijgen met problemen. Zij zijn dagelijks met het product bezig en lopen daarin tegen problemen aan. Vaak denken zij ook al in termen van mogelijke oplossingen voor deze problemen. Tevens kunnen deze artsen (onbewust) een commerciële rol vervullen als zij het product promoten.

Er wordt over het algemeen een vaste groep van artsen, de key opinion leaders, betrokken in de ontwikkeling, hoewel dit wel aan het veranderen is.

Het bedrijf krijgt namelijk steeds meer te maken met een andere groep gebruikers. Dit zijn dan gebruikers die een minder geavanceerde pacemaker nodig heeft. Dit is echter een heel belangrijke groep als je als bedrijf economisch gezien wilt groeien. Dit is een geheel andere populatie artsen. Daar wordt niet veel gezamenlijke ontwikkeling mee gedaan. Voor hen is het servicepakket belangrijker dan de pacemaker zelf, want zij moeten gewoon op een behoorlijke manier een bepaalde behandeling kunnen toepassen.

De rol van een inkoop van een ziekenhuis wordt steeds belangrijker. Voorheen bepaalde een arts welke pacemaker hij wilde hebben. Hij bepaalde dit op basis van de performance en de therapie hierbij geleverd werd. In toenemende mate wordt deze inkoop overgenomen door een inkoopafdeling van een ziekenhuis die veel meer naar de prijs van het product kijkt. Hier ligt vooral een rol voor de marketingafdeling.

Van deze drie groepen wordt alleen de eerste groep artsen betrokken in het ontwikkelproces. De tweede groep zal in de toekomst hierin een steeds grotere rol gaan spelen.

De arts wordt al heel vroeg betrokken in het ontwikkelproces: in de concept fase. Vaak is het zo dat de arts een dergelijke ontwikkeling initieert en dat door de research afdeling een mogelijke oplossing ontworpen wordt en deze wordt dan middels een prototype naar een arts teruggekoppeld. Hiervoor worden vaak in een bestaande pacemaker bepaalde functionaliteiten gedownload. Deze wordt dan aan de groep van key opinion leaders voorgelegd waar het bedrijf geregeld over de vloer komt of waarmee brainstormsessies gehouden worden.

Er kan gesproken worden van een continu contact met deze groep artsen. Dit wordt in nauwe samenwerking met de research en marketing afdelingen gedaan.

Deze samenwerking vindt plaats in de concept fase. In de overige fasen wordt de gebruiker nauwelijks nog betrokken.

Een dergelijk feature moet dan geheel uitgetest worden en bewezen zijn voordat deze feature toegepast kan worden in een nieuwe therapie of product.

Research maakt de vertaalslag van het user domein naar het technische domein. Tevens zijn de technici behoorlijk opgeleid in het user domein. Deze vertaling vormt weinig problemen.

Interne en externe innovatie

Er wordt geen structureel onderscheid gemaakt tussen interne en externe innovatie. In het ontwikkelproces is zowel sprake van interna als van externe innovatie.

Upgraden van producten

Producten worden ge-upgrade om functionaliteiten toe te voegen, functionaliteiten te corrigeren en om problemen die zich met het product voorgedaan hebben (op softwaregebied) op te lossen.

Een product wordt geupgrade omdat hardware ontwikkeling erg lang duurt. Een product wordt geupgrade omdat het ontwikkeltraject vooral bestaat uit softwareontwikkeling en waardoor je dus sneller een product op de markt kunt zetten.

Wijze van upgraden

Het kan ook zijn dat aan een bestaande productlijn functionaliteiten toegevoegd worden en deze wordt dan als nieuwe productlijn uitgebracht. Dit is ook een vorm van upgraden.

Tevens worden er reeds geïmplementeerde pacemakers geupgrade. De regelgeving vormt hierbij vaak een probleem. Het bedrijf krijgt namelijk goedkeuring voor een bepaald product. Op het moment dat een product geupgrade wordt, is het product veranderd en vervalt deze goedkeuring.

De medische markt is nogal stug en conservatief wat betreft upgrades.

Overige problemen met upgradering

Overige problemen die upgradering met zich meebrengt:

ruimte in geheugen: Soms moeten bepaalde mogelijkheden of functionaliteiten weggelaten worden omdat het niet past in het geheugen van de pacemaker.

runtime: reactietijd kan door het toevoegen van functionaliteiten langer worden.

interacties met andere functies en behandelingen.

Ontwikkelproces van een upgrade

Een ontwikkelproces van een upgrade verloopt nagenoeg hetzelfde als de ontwikkeling van een geheel nieuw product, alleen wordt enkel software ontwikkeld en heeft dit proces een veel kortere doorlooptijd. Ook voor een upgrade wordt een business case gebouwd om de economische haalbaarheid te onderzoeken.

Marketing en ontwikkeling zijn over het algemeen betrokken in het proces van upgradering. Bij upgradering van een reeds geïmplementeerde pacemaker worden de arts en de patient ook betrokken.

Een programmer is een apparaat waarop de software geplaatst wordt die gedownload wordt in de pacemaker. Deze programmer maakt contact met de pacemaker en downloadt de upgrade in de pacemaker. Hierbij kan alleen in het RAM gedeelte van de pacemaker geupgrade worden. Het ROM gedeelte kan niet gewijzigd worden. Een dergelijke programmer wordt meegeleverd met de pacemaker.

Het komt ook voor dat een product met bepaalde functionaliteiten verkocht wordt, waarbij aangegeven wordt welke functionaliteiten in de nabije toekomst toegevoegd zouden kunnen gaan worden. Voor deze functionaliteiten is dan al toestemming vanuit de regelgeving, deze moeten dan enkel nog toegepast worden in een upgrade.

E.2 Developer of Space Instruments

Ontwikkelproces

Het bedrijf is een onderzoeksinstituut dat voor de wetenschap instrumenten ontwikkelt, op vraag van de astronomen en geofysici, die het onderzoeksinstituut vervolgens bij NASA en ESA aanbiedt om deze instrumenten op een vlucht in te kunnen zetten.

De gemiddelde productontwikkeltijd is 5 tot 10 jaar (van ontwerp tot lancering). Er is sprake van enkelstuksfabricage (seriegrootte = 1).

Alle activiteiten, van ontwikkeling tot en met post-launch activiteiten, worden door het bedrijf zelf uitgevoerd.

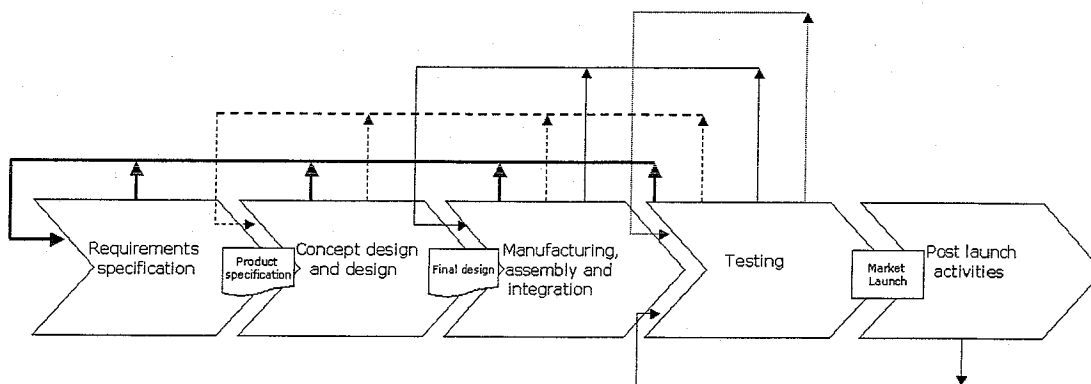
Er ligt heel duidelijk de nadruk op de kwaliteit en performance van het instrument. Ontwikkeltijd en ontwikkelkosten spelen een minder belangrijke rol. In samenwerkingsverbanden waarbij commerciële bedrijven betrokken zijn, ligt er meer druk op ontwikkelkosten en ontwikkeltijd. In de toekomst zal de druk op de kosten een grotere rol gaan spelen.

Drie modellen worden gemaakt tijdens ontwerp:

- Engineering model, development model
- Kwalificatie model, waarop vibratietesten en thermisch vacuüm testen uitgevoerd worden gebaseerd op space en militaire specificaties.
- Flight model, waarop ook nog acceptatietesten uitgevoerd worden, maar meer op acceptance level, om de workmanship te verifiëren, dat alles goed in elkaar blijft zitten. Gebaseerd op uitgangsnormen opgesteld door ESA en NASA. Dit is het uiteindelijke vluchtmodel.

De verbeterlagen worden steeds geupgrade tijdens deze slagen van engineering model naar kwalificatiemodel en flight model.

Het productontwikkelproces kan als volgt worden geschematiseerd:



In het schema is te zien dat het voorkomt dat producten die zich in de testfase bevinden, terug moeten naar de requirements specification fase. Dit komt niet erg vaak voor, en kost erg veel tijd en geld.

Het kan zo zijn dat na lancering de onboard software of instrument instellingen moeten worden gewijzigd (software upgrade). Voordat deze software of instellingen worden gewijzigd dient er een zware acceptance test uitgevoerd te worden. Hiervoor worden dan het kwalificatie model (QM) en eventueel software simulatoren gebruikt.

Er is sprake van een sequentieel product ontwikkelproces.

Trend van digitalisering

De werkwijze van het bedrijf is door de trend van digitalisering in zoverre veranderd dat het ontwerp met een ontwerptool op een computersysteem uitgevoerd wordt. Daarvoor (meer dan 15 jaar terug) werden digitale ontwerpen helemaal met de hand op schema uitgewerkt. Met de huidige ontwerptools is het mogelijk om simulaties in deze softwareprogramma's uit te voeren.

Met een entry-tool kan grafische een presentatie van het ontwerp gemaakt worden. Er hoeft dan dus geen code ingevoerd te worden, deze wordt door de entry tool zelf gegenereerd. Hierbij zijn enorm veel simulatiemogelijkheden voordat je de software gaat laden in je hardware.

Door deze ontwikkelingen is de ontwikkel- en testfase vereenvoudigd en verkort en zijn de producten betrouwbaarder. Hierbij komt wel dat de producten in de loop der tijd steeds complexer en kleiner geworden zijn.

Upgraden van producten

Het is nog niet zo ver dat het bedrijf een compleet reprogrammable instrument kan ontwikkelen, waardoor het instrument heel andere functies kan uitvoeren. Dit komt vooral omdat er heel strenge eisen gesteld worden aan de configuratie. Iedere component en functie moet helemaal uitgetest worden voor deze in gebruik genomen kan worden. Hierna mag aan de configuratie vaak niets meer veranderd worden.

Iedere wijziging die na de lancering doorgevoerd moet worden moet door een heel acceptance traject voordat het mag worden doorgevoerd. Hierbij moet gedacht worden aan gewijzigde observatiescenario's, langere integratietijden of andere scheduling van handelingen.

Redenen voor upgradering

Als de performance of het gedrag van het instrument niet overeenkomt met wat er op de grond gekalibreerd en gekarakteriseerd is, moeten er parameters van het instrument aangepast worden. Dit wordt door middel van een upgrade gedaan. De oorzaak van deze afwijkingen komt over het algemeen van buitenaf en kan in de testfase niet voorzien worden.

Het kan ook zijn dat de satelliet in een andere baan terechtgekomen is. Dan moet heel het waarnemingsprogramma gewijzigd worden maar daardoor mogelijk ook de operationele modes van je instrument.

Tevens kan er een calamiteit met het instrument zijn wat opgelost dient te worden.

Het toevoegen van functionaliteiten aan instrumenten door middel van een upgrade wordt slechts bij heel hoge uitzondering gedaan.

Een nieuwe technologie is heel moeilijk toe te passen in ruimte-onderzoek instrumenten omdat deze eerst helemaal uitgetest en "bewezen" moeten zijn.

Compleet nieuwe producten worden hierdoor nagenoeg niet gebruikt in het ontwerp omdat deze componenten al in een vroeg stadium vastgesteld worden, ingekocht worden en vaak ook nog behandeld worden om de gewenste levensduur te volstaan.

In commerciële missies zijn deze eisen mogelijk wat lager, waardoor producten die nog niet geheel uitgetest zijn, toegepast kunnen worden.

Problemen met upgraden

Een probleem met upgraden is dat de upgrade die uitgevoerd moet worden, niet meer past in de FPGA (Field Programmable Gate Array), dat het aantal cellen dat

beschikbaar is, niet meer voldoende is voor de upgrade. Het aantal cellen kan niet uitgebreid worden waardoor prioriteiten gesteld moeten worden, waardoor bepaalde functies wel en bepaalde functies niet toegepast worden.

Er kan ook een compleet nieuw board ontworpen worden, waardoor de kwaliteit verbetert maar dit kost enorm veel tijd en geld waardoor dit vaak niet haalbaar is.

Voor DSPs (digital signal processors) en microprocessors geldt dit in veel mindere mate.

Producten die geschikt zijn voor upgrading

De producten die zich goed lenen voor upgrading zijn:

- FPGAs (field programmable gate array). Dit zijn standaardcellen met een vaste grootte waarmee functionele blokjes worden opgebouwd door verbindingen weg te halen of verbindingen te maken.
- DSP (digital signal processor)
- Microprocessors

Digital signal processors en microprocessors zijn wat betreft functionaliteitsuitbreiding veel flexibeler dan FPGAs.

Wanneer upgraden

Upgrades worden in de iteratieslagen van engineering model naar kwalificatiemodel en van kwalificatiemodel naar flight model uitgevoerd.

Grote upgradeslagen van grote stukken software in het veld komen niet voor. In principe moet de software geheel uitgetest zijn. Kleine wijzigingen zoals het wijzigen van parameters en dergelijke kunnen in het veld nog wel doorgevoerd worden. Dit gebeurt als blijkt dat de testomstandigheden niet gelijk zijn de daadwerkelijke omstandigheden in het veld.

Betrokken partijen

Er moet een heel stappenplan doorlopen worden voordat een upgrade kan worden doorgevoerd. Hierbij zijn de projectleider, de system engineer, software specialisten en hardware specialisten betrokken. De uitvoerders die de assemblage en integratie uitvoeren zijn in veel gevallen hierin ook betrokken. Tevens speelt de Product and Quality Assurance hierin een grote rol.

Proces van upgraden

Allereerst komt er een non-conformance report, als een probleem geconstateerd wordt. Dan wordt er een review board meeting gehouden waarin het probleem besproken wordt. Technici, projectleider en system engineer zijn hierbij aanwezig. Hier wordt een lijst met dispositions opgesteld. Dit is een actiepuntenlijst waarin aangegeven staat welke persoon verantwoordelijk is voor welke activiteit.

Product en Quality assurance speelt vervolgens in het upgrade proces een begeleidende rol.

Alle geconstateerde afwijkingen worden doorgegeven aan de klant. De klant bepaalt zelf of ze betrokken wil worden in een dergelijke review board meeting.

Betrekken van gebruikers tijdens ontwikkeling

De eindgebruikers zijn de geofysici die de data gebruiken die de instrumenten verschaffen.

De specificaties liggen vast in de instrument requirements specifications. Deze zijn samen met de geofysici opgesteld. Deze geofysici zijn in het gehele ontwikkelproces aangelijnd binnen de eigen organisatie en met de internationale contacten. Deze astronomen zorgen voor de feedback vanuit het veld, door de problemen wat betreft performance met de huidige instrumenten aan te geven en deze in de nieuwe instrumenten te verbeteren.

Dit is een heel interactief proces tussen de geofysici en de technici. De system engineer speelt hierin een belangrijke rol. Deze system engineer moet aanvoelen wat de geofysici willen en wat technisch mogelijk is binnen de kosten en tijd.

In de specificatiefase geven de geofysici aan wat ze willen (technische specificatie). In het verloop van het ontwikkelproces vormen deze geofysici een science committee group, waarbij zij het ontwikkelproces op afstand begeleiden. Zij opereren als een soort van watchdog in het ontwikkelproces.

Interne versus externe innovatie

In het productontwikkelproces wordt geen onderscheid gemaakt tussen een interne en externe innovatie.

E.3 Developer of Software (1)

Algemeen

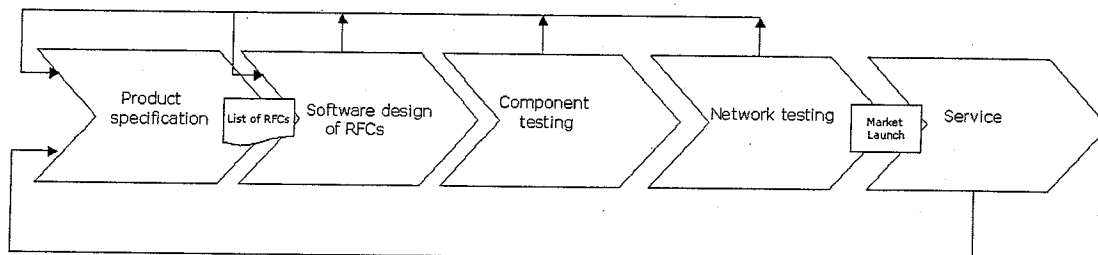
Het bedrijf is een payment service provider en faciliteert internetbetalingen voor bedrijven die online diensten op producten aanbieden en verkopen (merchants). Op de website van de merchant wordt een product of dienst aangeschaft door een consument. De transactie wordt door de merchant naar de payment service provider gestuurd en deze rond de transactie af. Het bedrijf ontwikkelt en biedt verschillende betalingssystemen aan de merchant aan in meerdere landen. Het bedrijf ontwikkelt nieuwe betalingssystemen en verbetert de huidige systemen door upgrading. Het bedrijf is marktleider in de Nederlandse markt.

Voor veel online merchants is payment een onderdeel van de marketingstrategie en zal in de toekomst een nog belangrijkere plaats in gaan nemen.

Het bedrijf concurreert voor nieuwe merchants vooral op prijs. Bestaande klanten kunnen behouden worden door de kwaliteit en performance die het bedrijf aanbiedt.

Ontwikkelproces

Het ontwikkelproces is niet heel erg geformaliseerd bij het bedrijf. De specificaties voor een betalingssysteem of upgrade worden door de ICT manager, commercieel directeur en lead programmer in samenspraak opgesteld. Aan de hand van deze specificaties wordt een actiepuntenlijst met RFC (request for change). Deze RFCs worden door de software engineers afgewerkt en de componenten worden getest. Vervolgens wordt het geheel twee weken op een testserver geplaatst. Na een netwerktest wordt het betalingssysteem of de upgrade vrijgegeven aan de merchants. Het product ontwikkelproces kan schematisch worden weergegeven:



Trend van digitalisering

De automatisering van het betalingsverkeer komt voort uit de trend van digitalisering/automatisering. Het bedrijf is in het Internettijdperk opgericht. De digitalisering/automatisering is voor het bedrijf dus geen trend maar een voorwaarde om te kunnen bestaan.

Het betrekken van gebruikers in het ontwikkelproces

De gebruiker in het ontwikkelproces is in bij het bedrijf de merchant. De merchant op zijn beurt staat weer in contact met de consument.

Het bedrijf betreft de merchants in het ontwikkelproces omdat het bedrijf van de merchants betaald krijgt naarmate er gebruik gemaakt wordt van het betalingssysteem (per transactie). Het is de doelstelling van het bedrijf om zoveel mogelijk transacties via de betalingssystemen te laten lopen. Betalingssystemen die niet gebruikt worden omdat ze niet bij de wensen en het proces van de merchant aansluiten, zijn zinloos en niet rendabel.

In de praktijk blijkt vier van de vijf betalingssystemen die in de markt gezet worden, niet rendabel. Dit is een bewuste keuze: heel veel tijd en geld steken in research is kostbaarder dan enkele systemen te lanceren die niet renderen.

De merchants hebben veel kennis van hoe de betalingsmarkt eruit ziet en hoe deze markt zich zal ontwikkelen. Het bedrijf haalt deze kennis in huis door deze merchants te betrekken bij de productontwikkeling.

Ongeveer 5% van de merchants genereert 95% van de omzet. Met deze grote bedrijven moet veel contact gehouden worden. Als het betalingssysteem niet meer aan de wens van de merchant voldoet, gaat een groot deel van de omzet verloren.

Er worden informele bijeenkomsten georganiseerd met merchants:

- op strategisch niveau met managers van de merchants over de verwachtingen in de markt
- op operationeel/technisch niveau met de daadwerkelijke gebruikers (in dienst van de merchant) van het betalingssysteem over de gebruiksvriendelijkheid en operationele aspecten van het systeem.

Deze bijeenkomsten worden niet op per ontwikkelproject gehouden maar over het algemeen een keer per jaar.

De merchants die betrokken worden in de productontwikkeling worden niet geselecteerd op de omzet die ze genereren, maar op de input en innovatie die ze kunnen leveren.

De vertaalslag van de informatie van de merchant die uit deze bijeenkomsten komt naar engineers leidt niet tot problemen. De vertaalslag van engineers naar merchants vormt vaak wel een probleem. Hiertoe wordt een sales medewerker als "tolk" gebruikt.

In de toekomst zal het bedrijf zich steeds meer op de internationale markt gaan richten. Er is over deze markt bij het bedrijf nog weinig bekend. Door merchants te betrekken bij het ontwikkelen van betalingssystemen, kan deze kennis verworven worden en kan er succesvol in deze markt geopereerd worden.

Upgraden van producten

Er wordt iedere twee weken een nieuwe release uitgegeven. Deze wordt bij het bedrijf op de server gezet.

Er worden functionaliteiten toegevoegd om de marktpositie te handhaven of te vergroten. Tevens worden er bugs en fouten uit de software gehaald met de upgrades. Door de upgrades kunnen er efficiencyverbeteringen voor zowel de payment service provider als de merchant behaald worden.

Het grootste probleem met upgraden is de compatibility met andere systemen die bij de merchant actief zijn. Tevens zijn de problemen van upgrades niet beperkt tot alleen de diverse merchant systemen maar vooral ook leveren de diverse upgrades van de banken en financiële instellingen tot problemen. In dat kader zou het beter zijn als het gehele netwerk overzichtelijker zou zijn en wat minder zou upgraden.

De upgrades zijn niet klantspecifiek. Operationele upgrades worden vanuit de merchant geïnitieerd. Nieuwe betaalsystemen worden vanuit het bedrijf geïnitieerd.

In de toekomst zal naar verwachting minder vaak een upgrade vrijgegeven worden omdat upgraden over het algemeen niet erg gebruikersvriendelijk is.

Interne en externe innovatie

Zoals al eerder vermeld, is er niet een heel erg geformaliseerd ontwikkelproces, waardoor het bedrijf erg flexibel kan reageren en opereren. In de ontwikkeling van betalingssystemen ligt de nadruk meer op de softwareontwikkeling dan op de marketing activiteiten. Marketing houdt zich vooral bezig met het contact houden met de merchants. Als in de toekomst nog meer internationale markten aangeboord gaan worden, zal marketing een belangrijkere rol gaan spelen.

E.4 Developer of Software (2)

Algemeen

Het bedrijf houdt zich bezig met de ontwikkeling, marketing en implementatie van de door henzelf ontwikkelde "Time Resource Management" software.

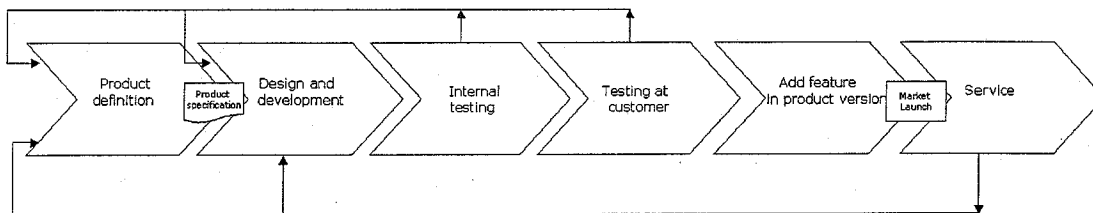
Het bedrijf opereert in de bovenkant van de markt (grotere klanten) en is de enige in de "Time resource Management" markt die zo breed en internationaal actief is. Per markt segment en per land kent het bedrijf andere concurrenten.

In de grotere, complexere systemen heeft het bedrijf een vooraanstaande positie, in de markt voor eenvoudige goedkope systemen is het bedrijf onder vertegenwoordigd.

In time-to market en feedback vanuit de markt is het bedrijf zeer concurrerend, qua kwaliteit, features, techniek is het bedrijf concurrerend, qua prijs zit het bedrijf in het midden tenzij het over grotere systemen gaat omdat het bedrijf dan dankzij de toegepaste technieken scherpere offertes op tafel kan leggen.

Ontwikkelproces

Het ontwikkelproces kan als volgt worden geschematiseerd:



In samenspraak met de klant wordt een product specificatie voor een feature opgesteld. Deze feature wordt ontwikkeld en getest. Vervolgens wordt de feature bij een selecte groep klanten getest voordat de feature opgenomen wordt in een nieuwe productversie.

Trend van digitalisering

Als softwarebedrijf komt het bedrijf uit het internet-tijdperk. De digitalisering/automatisering is voor het bedrijf dus geen trend maar een voorwaarde om te kunnen bestaan.

Het proces van upgrading is hierin wel steeds meer geautomatiseerd.

Het betrekken van gebruikers in het ontwikkelproces

Alle toevoegingen of uitbreidingen van het softwarepakket worden door feedback van bestaande of potentiële klanten geïnitieerd.

Het betrekken van gebruikers in het ontwikkelproces draagt bij aan de praktische bruikbaarheid van het product.

Het gevaar van het betrekken van gebruikers is dat niet alle gebruikers analytisch zijn. Niet analytisch denkende gebruikers kunnen hun probleem of wens onvoldoende uitdrukken, tevens kan de door het bedrijf uitgevoerde analyse in die gevallen maar met moeite geverifieerd worden. Met deze groep gebruikers is moeilijk ontwikkelen.

De gebruikers die betrokken worden zijn bestaande of potentiële klanten in diverse niveaus:

- beslissers op management niveau
- applicatie beheerders
- eindgebruikers

Deze verschillende gebruikers worden niet op een andere wijze of op een ander moment betrokken.

Onderscheid qua ontwikkelproces is er wel door de impact van sommige eisen/wensen. Indien een wens weinig impact heeft kan de bestaande versie aangepast worden. Indien de wens een grotere impact heeft wordt hij pas bij een volgende versie geïmplementeerd, in dat geval gaat de aanpassing door de Design and development fase of zelfs door de Product definition.

De door de contacten uit de markt aangedragen op- en aanmerkingen worden gescreend op relevantie.

Tijdens de ontwerpfase worden ideeën op bruikbaarheid geverifieerd, waarna enkele klanten een eerste ontwerp in test krijgen. Hiermee wordt gecontroleerd of de uitwerking van het idee aansluit op het beoogde.

De gebruikers worden op een informele wijze betrokken door het toezenden van documentatie en het toezenden van testversies aan een beperkt aantal klanten.

Het informatie die uit deze field tests komt wordt door de projectleider van het bedrijf teruggekoppeld naar het ontwikkelteam.

Upgraden van producten

Alle klanten hebben een support en doorontwikkel contract en hebben jaarlijks recht op een nieuwe versie van het product.

Het product wordt voortdurend aan de laatste stand der techniek aangepast maar ook de wet en regelgeving (bijvoorbeeld de CAO) wijzigen.

Een nieuw product moet zowieso alle features van het bestaande product bevatten om de bestaande klanten te behagen en de overstap soepel te laten verlopen. Het is niet gezegd dat de bestaande klanten het nieuwe product zullen aanschaffen. Het bedrijf is in staat het bestaande product "door te ontwikkelen" maar toch alle features aan te brengen die zij noodzakelijk acht, zonder bestaande gebruikers te verliezen.

Incidenteel wordt het product uitgebreid met een nieuwe software module die door bestaande klanten "bijgekocht" kan worden.

Technisch gezien zijn er weinig problemen met upgraden. Het lijkt er echter wel op dat sommige gebruikers "upgrade-moe" zijn. De gevolgen zijn dat klanten soms afzien van een update terwijl ze contractueel recht op 1 update per jaar hebben en dat het bedrijf versies van 3 jaar of meer moet ondersteunen. Ze proberen dit te verhinderen door beter aan te geven wat de voordelen van de laatst nieuwe versie zijn. Mocht een klant met een oudere versie nieuwe wensen hebben of tegen iets aanlopen dan probeert het bedrijf deze te overtuigen van de voordelen van een actuele versie.

In principe kunnen alle software producten ge-upgrade worden. Opgepast moet worden dat de inspanning die de upgrade vergt niet het netto-effect van de upgrade te boven gaat. Het moet voor de klant wel de moeite van het upgraden waard zijn.

Het proces van upgraden wordt door het management van het bedrijf op basis van marktinformatie en productstrategie beslist welke items, op welk moment, doorontwikkeld zullen gaan worden.

Als het product in de markt gezet wordt is het uitontwikkeld. Feit is echter dat de markt en alle automatiseringsproducten in de markt in beweging zijn. Een eenmaal geleverd product dat een oplossing biedt voor een bepaald probleem kan op het moment van levering voldoen. Bij verschillende klanten kunnen daarna behoeften ontstaan die haaks op elkaar staan of die in toepassingsgebieden gaan waar het bedrijf zich niet begeeft.

In de ontwikkeling van een product upgrade worden klanten, marketing, management en de ontwikkelafdeling betrokken. De klant initieert over het algemeen het proces van upgraden door hun vragen en wensen.

Het installeren van een nieuwe versie is volledig geautomatiseerd. De huidige versie bij de klant wordt gestopt, de nieuwe versie wordt van CD of internet geladen. Dit doet de klant over het algemeen zelf. Enkele klanten ontvangen graag service en zijn bereid de uren van een consultant, die de update bij hen komt uitvoeren, te betalen. Tijdens het installeren worden automatisch alle benodigde database conversies uitgevoerd. Na de upgrade worden nog wat controles uitgevoerd en de klant wordt geïnstrueerd over de nieuwe mogelijkheden.

Interne en externe innovatie

Bij het bedrijf wordt een onderscheid gemaakt tussen functionele innovatie tegenover technische innovatie.

Een functionele innovatie breid de functionaliteit van de applicatie uit. Bijvoorbeeld extra mogelijkheden in de overwerk en toeslagen berekening of nieuwe rapportage mogelijkheden.

Technische innovaties gaan vaak over hoe iets gedaan kan worden. Bijvoorbeeld de ombouw van de software van desktop naar client-server software of het herontwerp van het helpsysteem naar HTML pagina's waardoor de gebruiker voortdurend de laatste stand van online help informatie van de website raadplegen.

Onzekerheid bij functionele innovatie kan ontstaan als verschillende delen van de markt een andere werkwijze of andere visie ontwikkelen.

Onzekerheid bij technische innovatie kan ontstaan als in de praktijk blijkt dat een aantal onvoorziene zaken nog niet afgehandeld wordt.

Deze onzekerheid kan ertoe leiden dat een product bij bepaalde klanten niet geaccepteerd wordt omdat het product onder bepaalde omstandigheden niet functioneert.

Het bedrijf probeert deze onzekerheid te ondervangen door de feedback die verkregen wordt uit de markt. Innovaties worden op kleine groepen klanten uitgetest alvorens ze massaal toegepast gaan worden.

In het geval van een interne innovatie dient men extra voorzichtig te werk te gaan omdat iedereen zich deze nieuwe technologie eerst goed eigen moet maken. Dit maakt een interne innovatie erg slecht in te schatten wat betreft ontwikkeltijd en resultaat omdat het allemaal nieuw is. Een externe innovatie kent hierin weinig onzekerheid, behalve dat het product moet aansluiten op de eisen van de klant. Hiertoe betreft het bedrijf in een vroeg stadium de klant in het ontwikkelproces.

E.5 Developer of Medical Systems (1)

Algemeen

Het bedrijf ontwikkelt en produceert producten voor ziekenhuizen en verpleeghuizen, waar leven bedreigd is, bedreigd wordt of bedreigd kan zijn. Dit betekent dat er producten gemaakt worden voor:

- Operatie kamer
- EHBO
- Intensive care

De afname van producten is vrij goed te voorspellen omdat het aantal operatieplaatsen, intensive cares, EHBO posten en dergelijke bekend zijn en omdat de apparatuur gemiddeld in 10 jaar afgeschreven wordt.

Het bedrijf is over het algemeen 10-15% duurder dan zijn concurrenten, maar compenseert dit door de kwaliteit die ze leveren. Kwaliteit en innovatie zijn de kernwoorden voor het bedrijf.

Het ontwikkeltraject is de afgelopen jaren korter geworden. Alles gaat sneller, maar tegelijkertijd neemt de externe druk enorm toe. Het bedrijf laat zich hier echter niet geheel door leiden omdat zij meer belang hechten aan kwaliteit dan aan time-to-market. "Liever 100% goed en later dan 99.5% goed en eerder". Dit komt omdat het bedrijf te maken heeft met enorm grote risico's: mocht er een claim komen omdat er mensen overleden zijn door een fout in het product, kan dit het voortbestaan van het bedrijf in gevaar brengen.

Het gebeurt geregeld dat hun producten door andere leveranciers nagemaakt worden op een kosten-efficiëntere manier. Het is dus voor het bedrijf van belang om producten snel op de markt te zetten om de market window zo groot mogelijk te houden.

Trends die in de industrietak te onderscheiden zijn:

- Processen moet steeds meer toetsbaar zijn aan bepaalde (veiligheids)normen.
- IT gaat door de digitalisering een steeds belangrijkere rol spelen.
- Betere koppeling tussen de verschillende systemen die gebruikt worden. Deze koppeling van verschillende systemen is gemakkelijker als de ontwikkelaar zowel de software als hardware levert. Deze koppelingen zullen in de komende jaren zo'n 15-20% van het IT budget van ziekenhuizen gaan innemen.

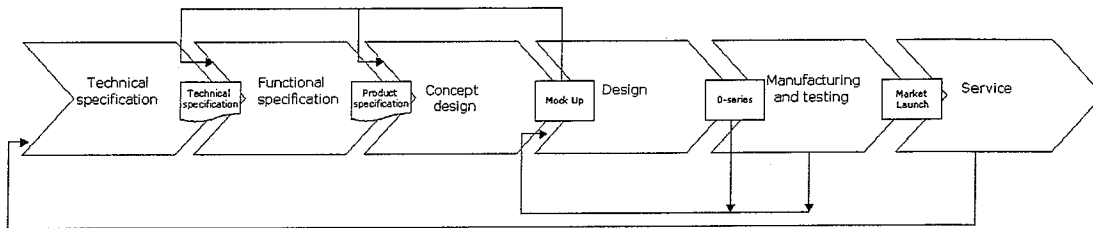
Ontwikkelproces

De ontwikkeltijden voor producten is variërend van 1 tot 5 jaar. Dit hangt af van de complexiteit van het product.

De streefdatum van product launch zoals die in het ontwikkelproces vastgesteld wordt, wordt over het algemeen met minimaal 6 maanden overschreden. Dit is ook de reden dat deze datum bij de sales en service organisatie (tot op zekere hoogte) niet bekend gemaakt wordt.

In de markt komen vaak nog problemen aan het licht dit in de testfase niet uitgetest zijn. Deze problemen worden dan verholpen.

Het productontwikkelproces kan als volgt geschematiseerd worden:



Trend van digitalisering

Voorheen waren de producten samenstelsels van mechanische componenten die een bepaalde functionaliteit boden. Als een klant een andere functionaliteit wilde, moest de klant een geheel nieuw product kopen. Het huidige product bestaat uit een hardwarecomponent met daarbij een computer. Het is de software die bepaalt welke functionaliteiten de hardware kan uitvoeren. Deze trend gaat steeds meer en meer doorgezet worden.

De situatie van voorheen waarbij allerlei losse componenten had, zal verdwijnen en vervangen worden door letterlijk een grote bak met mechaniek en een PC om deze mechaniek aan te sturen. Het softwarepakket in de PC bepaalt hoe de patient behandeld wordt.

De techneuten die voorheen in dienst waren (ontwikkelaars mechanica) zijn aan het verdwijnen en worden vervangen door softwareprogrammeurs.

Technologisch is er enorm veel mogelijk. Het is echter de markt die enorm conservatief is. De focus van de gezondheidszorg ligt niet bij de techniek maar bij de patient! Hierdoor ontstaat een spanningsveld tussen de leverancier van medische systemen en de eindgebruiker, verpleegkundigen en artsen.

Verpleegkundigen worden niet opgeleid om met een IT systeem te werken, zij worden opgeleid om patienten te verzorgen. De risico's die in dit inleerproces genomen worden, zijn enorm.

De trend van digitalisering is dus wel in de techniek doorgedrongen, maar de (opleiding van de) eindgebruiker gaat hierin slechts moeizaam mee.

Een nadeel van de digitalisering is dat het nog lastiger wordt om engineers (die in bits en bytes denken) uit te leggen wat het proces van een ziekenhuis is, en het een met het ander te laten koppelen.

Het bedrijf zoekt in de ziekenhuizen de mensen op die affiniteit met IT hebben om zo de kloof tussen engineers en gebruiker te dichten. Deze kloof dreigt echter steeds groter te worden omdat de technologie zich in een razend tempo ontwikkelt. Dit geeft misschien nog wel meer problemen dan in het verleden in het mechanische tijdperk, waar je heel gemakkelijk iets kon laten zien hoe iets werkt.

Voordeel van de digitalisering is vooral dat er veel meer mogelijk is. De gebruiker kan met een veel grotere wensenlijst aankomen dan voorheen. Destijds was de mechaniek de beperkende factor voor de functionaliteiten die een apparaat kon leveren. Er kan nu heel eenvoudig aan een bepaalde functionaliteitseis voldaan worden. Tevens kan door de digitalisering de gebruiker al in een vroeg stadium

met het product, in de vorm van een mock up of 0-serie (prototypen), in aanraking gebracht worden.

Door het upgraden is de ontwikkeltijd verkort en is de hoeveelheid mogelijkheden enorm toegenomen. Het proces van het maken van een upgrade is te vergelijken met het maken van een compleet nieuw product, maar dan op een heel andere tijdshorizon. Waar vroeger een geheel nieuw product ontwikkelt moest worden om aan een bepaalde marktwens te voldoen, kan er nu in veel gevallen met een upgrade volstaan worden.

Als voorbeeld anesthesietoestellen:

Er zijn op dit moment nog maar drie verschillende soorten anesthesietoestellen beschikbaar, qua hardware. De anesthesietoestellen kunnen wat betreft functionaliteit, middels softwareveranderingen, enorm van elkaar verschillen.

Voorheen waren er acht hardwareplatforms, wat dus ook betekende dat je acht verschillende magazijns met onderdelen moest hebben, acht verschillende productlifecycles die je moet managen, etcetera. Dit levert dus een enorme kostenbesparing op.

Vóór de digitalisering was productontwikkeling een engineering proces. Naarmate producten meer digitaal geworden zijn, is het mogelijk om meer marketing activiteiten in de productontwikkeling toe te passen (doordat er meer keuzemogelijkheden voor de klant/markt zijn). Het is echter nog niet zo dat marketing de bovenhand voert in de productontwikkeling. Dit komt vooral door de risico's die deze industrietak met zich meebrengt (fouten in het veld kunnen het voortbestaan van het bedrijf in gevaar brengen).

Er is technologisch gezien enorm veel mogelijk, maar door het conservatisme van de gezondheidszorg loopt de industrietak technisch gezien enkele jaren achter. De industrie van medische systemen heeft hierin een taak omdat dit gat te dichten.

Een meer externe wijze van innoveren zou hierin een positieve rol kunnen vervullen.

Het betrekken van gebruikers in het ontwikkelproces

Het bedrijf probeert de eindgebruiker in elke fase van het ontwikkelproces te betrekken. De intensiteit van betrokkenheid is verschillend en afhankelijk van de ontwikkelfase waarin het product zich bevindt. Iedere fase vereist andere informatie en daardoor andere typen gebruikers.

Bij het opstellen van de technische specificaties, waarbij grondbeginselen uit de natuurkunde vereist zijn, moet er kennis in huis zijn voordat bepaalde keuzes gemaakt kunnen worden in het ontwikkelproces. Deze kennis heeft het bedrijf gedeeltelijk in huis, maar hierbij worden ook specialisten betrokken door gebruik te maken van forumdiscussies en user groups, kortom denktanks.

Hierbij wordt dus gecheckt over de kennis die het bedrijf in huis heeft, correct en up-to-date is, of de juiste aannames gedaan worden.

Deze technische specificaties worden ook beïnvloedt door de aanwezige kennis in de markt, door de wettelijke bepalingen en door de eigen ervaringen van het bedrijf. De eindgebruiker wordt in deze fase ook al betrokken.

Op het moment dat er een concept van de functionele specificaties van het product is, volgen er brainstormsessies, in eerste instantie intern (sales en service, omdat deze dagelijks in contact komen met de klant). Tevens zijn er een aantal gebruikers als opinieleiders aangesteld die in deze brainstormsessies input leveren.

Vaak wordt er een houten model (mock up) van het product gemaakt waar dan met verschillende mensen omheen gestaan gaat worden. Het betreft hier gebruikers, IT afdelingen van ziekenhuizen, verpleegkundigen (voor ergonomie). Het product is dan voor 80% gespecificeerd.

Voor de laatste 20% gaan de engineers vervolgens aan de slag om uiteindelijk tot een 0-serie te komen. Deze 0-serie wordt uitgebreid getest door een Bètagroep waarin 90% klanten zitten die deze serie beoordelen en feedback geven. Dit gebeurt door proefplaatsingen, presentaties, testen, en vragenlijsten.

Hierna volgt weer een ontwikkelperiode waarin het bedrijf het product aanpast, test en wordt het product conform de normen gemaakt wordt. Vervolgens wordt het product gelanceerd in de markt.

De gebruikersinformatie die verkegen wordt bij de verschillende interactiemomenten moet teruggekoppeld worden naar de ontwikkelaars. Er dient hiervoor dus een bepaalde interface te zijn. Dit wordt zo gestructureerd mogelijk gedaan. De opmerkingen die vanuit de markt komen worden zo correct mogelijk vertaald in taal die engineers begrijpen. Deze vertaling geeft vaak problemen.

Dit komt vooral omdat het focusgebied van een arts een heel andere is dan die van de engineer. De beide partijen begrijpen elkaar vaak niet. Om deze vertaling te verbeteren zijn functionarissen ingesteld, die middels vragenlijsten interviews afnemen. Deze functionarissen zijn vaak software engineers met grote marktaffiniteit. De software engineer geeft zijn specifieke vragen af aan de functionaris. Deze vragen worden vertaald in een vragenlijst die door deze functionarissen aan de gebruiker wordt voorgelegd.

Echter, deze vragenlijsten dekken niet alles af. Er is altijd een stuk informatie waarvan de klant zegt dat deze zeker meegenomen moet worden, maar die niet gedekt wordt door de vragen die gesteld worden. Dit stuk informatie moet dan dus terugvertaald worden in engineertaal. De sales en service en met name de marketing afdeling spelen in dit proces een grote rol. Voor dit proces is geen vaste format, mede omdat klanten dusdanig specifiek kunnen zijn dat deze bijna nooit geheel gedekt kunnen worden met een vragenlijst.

Upgraden van producten

Het bedrijf maakt een onderscheid tussen updates en upgrades.

Updates zijn er om de functionaliteit vast te houden. Dit betekent dus dat software bugs eruit gehaald worden. Updates zijn altijd gratis voor klanten (die een servicecontract hebben).

Upgrades zijn er om de functionaliteit te verbeteren. Hierbij worden dus functionaliteiten aan het product toegevoegd.

Er wordt een basisapparaat met bepaalde functionaliteiten verkocht, wat perfect aansluit bij de manier van zorg verlenen van dat moment. De manier van werken verandert in de loop der tijd. Dit vereist vaak aanvullende functionaliteiten van een apparaat. Een klant kan tegen betaling deze software upgrade aanschaffen. Deze functionaliteiten moeten dan wel al mogelijk zijn met de huidige mechaniek. Dit vereist enige toekomstvisie. Er wordt dan een software upgrade ontwikkeld die deze aanvullende functionaliteiten tot uitvoer brengt.

Als we het voorbeeld van een beademingsmachine bekijken: de functie van de mechaniek is het verplaatsen van lucht. Dit kan op een miljoen verschillende manieren gedaan worden, maar op het moment dat er een stuk mechaniek aanwezig is wat lucht kan verplaatsen en dat zich laat aansturen door

Vaak wordt er een houten model (mock up) van het product gemaakt waar dan met verschillende mensen omheen gestaan gaat worden. Het betreft hier gebruikers, IT afdelingen van ziekenhuizen, verpleegkundigen (voor ergonomie). Het product is dan voor 80% gespecificeerd.

Voor de laatste 20% gaan de engineers vervolgens aan de slag om uiteindelijk tot een 0-serie te komen. Deze 0-serie wordt uitgebreid getest door een Bètagroep waarin 90% klanten zitten die deze serie beoordelen en feedback geven. Dit gebeurt door proefplaatsingen, presentaties, testen, en vragenlijsten.

Hierna volgt weer een ontwikkelperiode waarin het bedrijf het product aanpast, test en wordt het product conform de normen gemaakt wordt. Vervolgens wordt het product gelanceerd in de markt.

De gebruikersinformatie die verkegen wordt bij de verschillende interactiemomenten moet teruggekoppeld worden naar de ontwikkelaars. Er dient hiervoor dus een bepaalde interface te zijn. Dit wordt zo gestructureerd mogelijk gedaan. De opmerkingen die vanuit de markt komen worden zo correct mogelijk vertaald in taal die engineers begrijpen. Deze vertaling geeft vaak problemen.

Dit komt vooral omdat het focusgebied van een arts een heel andere is dan die van de engineer. De beide partijen begrijpen elkaar vaak niet. Om deze vertaling te verbeteren zijn functionarissen ingesteld, die middels vragenlijsten interviews afnemen. Deze functionarissen zijn vaak software engineers met grote marktaffiniteit. De software engineer geeft zijn specifieke vragen af aan de functionaris. Deze vragen worden vertaald in een vragenlijst die door deze functionarissen aan de gebruiker wordt voorgelegd.

Echter, deze vragenlijsten dekken niet alles af. Er is altijd een stuk informatie waarvan de klant zegt dat deze zeker meegenomen moet worden, maar die niet gedekt wordt door de vragen die gesteld worden. Dit stuk informatie moet dan dus terugvertaald worden in engineertaal. De sales en service en met name de marketing afdeling spelen in dit proces een grote rol. Voor dit proces is geen vaste format, mede omdat klanten dusdanig specifiek kunnen zijn dat deze bijna nooit geheel gedekt kunnen worden met een vragenlijst.

Upgraden van producten

Het bedrijf maakt een onderscheid tussen updates en upgrades.

Updates zijn er om de functionaliteit vast te houden. Dit betekent dus dat software bugs eruit gehaald worden. Updates zijn altijd gratis voor klanten (die een servicecontract hebben).

Upgrades zijn er om de functionaliteit te verbeteren. Hierbij worden dus functionaliteiten aan het product toegevoegd.

Er wordt een basisapparaat met bepaalde functionaliteiten verkocht, wat perfect aansluit bij de manier van zorg verlenen van dat moment. De manier van werken verandert in de loop der tijd. Dit vereist vaak aanvullende functionaliteiten van een apparaat. Een klant kan tegen betaling deze software upgrade aanschaffen. Deze functionaliteiten moeten dan wel al mogelijk zijn met de huidige mechaniek. Dit vereist enige toekomstvisie. Er wordt dan een software upgrade ontwikkeld die deze aanvullende functionaliteiten tot uitvoer brengt.

Als we het voorbeeld van een beademingsmachine bekijken: de functie van de mechaniek is het verplaatsen van lucht. Dit kan op een miljoen verschillende manieren gedaan worden, maar op het moment dat er een stuk mechaniek aanwezig is wat lucht kan verplaatsen en dat zich laat aansturen door

softwareprogramma's, dan kunnen die miljoen verschillende manieren ook daadwerkelijk toegepast worden, zolang er maar voldoende processorsnelheid aanwezig is.

De afweging om een upgrade te doen in plaats van een compleet nieuw product te ontwikkelen heeft alles te maken met de fase waarin het te upgraden product zich in zijn levenscyclus bevindt. De product life cycle is op ongeveer tien jaar gesteld. Bevindt het product in een vroege fase van deze life cycle, zal gekozen worden voor een upgrade. Staat het product al 9 à 10 jaar in de markt, zullen de nieuwe functionaliteiten meegenomen worden in een geheel nieuw te ontwikkelen product.

Het volgende onderscheid moet gemaakt worden bij upgrading:

- *Markt vraagt om een functionaliteit die niet beschikbaar is in de software.*
Vanuit de markt, via de sales en service organisatie wordt de upgrade geïnitieert. Het hoofdbureau bepaalt of een upgrade wel of niet ontwikkeld gaat worden. Er wordt hiertoe een business case gemaakt waarin de financiële en technische risico's afgewogen worden. (Wat levert de upgrade aan extra verkopen op, wat kost het om deze te ontwikkelen, in verschillende scenario's).
- *Klant vraagt om een functionaliteit die al beschikbaar is in de software.*
Het bedrijf probeert zoveel mogelijk upgrades die ze beschikbaar kunnen hebben voor klanten, al beschikbaar te hebben. Dit betekent dat op het moment dat je een apparaat verkoopt, alle mogelijke upgrades (en daarmee alle mogelijke toe te voegen functionaliteiten) al in de software zitten. De klant heeft bijvoorbeeld een beademingsapparaat met functionaliteitenpakket A gekocht. Functionaliteitenpakketten B,C,D en E zitten reeds in deze software, zijn getest, maar zijn niet geactiveerd. Op het moment dat de klant over wil stappen naar een ander functionaliteitspakket, wordt deze tegen een bepaald bedrag door het bedrijf geactiveerd. Op deze manier upgraden levert nagenoeg geen technische risico's. Dit vereist natuurlijk wel een goede toekomstvisie. Het bedrijf heeft dit slechts beperkt omdat de markt hiervoor input voor moet geven. De markt heeft hier zelf weinig zicht op.

Er worden geen klantspecifieke upgrades gemaakt. Upgrades dienen voor de gehele markt. Dit is vooral vanuit het kostenooipunt.

Soms worden bepaalde functionaliteiten keihard gewenst in een betrekkelijk nieuw product. Hiervoor moet dan een soft- en hardware upgrade ontwikkeld worden. Dit is erg kostbaar en dit probeert men dus zoveel mogelijk te voorkomen. Men probeert alles zoveel mogelijk software-matig op te lossen.

Wijze van upgrading

Op het moment dat een ziekenhuis een bepaalde upgrade wenst die nog niet in de software is opgenomen, wordt de software ingeladen in het systeem. Dit wordt door de service afdeling gedaan. Indien de processorcapaciteit niet voldoende is, moet door de servicemonteur ook een hardwareaanpassing gedaan worden.

Upgrades kunnen op dit moment nog niet van internet gehaald worden. Zij worden door een servicemonteur ingeladen in het apparaat. In de toekomst zullen bepaalde upgrades via het Internet beschikbaar gaan komen. Dit brengt echter wel bepaalde risico's met zich mee omdat het bedrijf geen controle meer heeft over de configuratie terwijl het bedrijf wel verantwoordelijk voor het product blijft. Een andere reden voor het nog niet aanbieden van software via het Internet is een meer commerciële: een klant heeft niet het gevoel dat ze iets

kopen van waarde op het moment dat ze een e-mailtje met een code toegestuurd krijgen. De klant is niet bereid om daar de normale prijs voor te betalen.

Problemen met upgraden:

- Compatitibility met de bestaande configuratie
- Hardwarecapaciteit is niet meer voldoende
- De gebruiker moet weer opnieuw getraind worden. Dit vraagt energie, tijd en daardoor ook geld.

Een software upgrade moet geïntegreerd worden in een reeds werkend, compleet op elkaar afgestemd systeem. Het technisch risico dat aan een upgrade zit, is dat het problemen in het gehele systeem met zich meebrengt die er voorheen niet waren. Het testen en valideren van een software upgrade in zijn definitieve omgeving is hierdoor enorm belangrijk. Dit gehele proces kost $\frac{3}{4}$ jaar.

Interne en externe innovatie

Het bedrijf houdt zich betrekkelijk weinig bezig met het externe gedeelte van innovatie, maar richt zich vooral op het interne deel. Echter, voorheen hielden ze zich uitsluitend bezig met het interne deel. Er is dus wel al een verandering te zien hierin.

Het komt steeds vaker voor dat er vanuit de markt een wijziging in een bepaalde werkwijze of dat een handeling geprotocoliseerd wordt. Op dit moment kan er dus een softwareprogramma geschreven worden dat deze handeling of werkwijze weergeeft. Van hieruit kan het bedrijf dus functionaliteiten toepassen in nieuwe producten. Dit is een voorbeeld van externe innovatie.

Tevens worden er vanuit de markt kennissystemen ontwikkelt in de vorm van databanken van waaruit modellen ontwikkeld worden die de arts in de dagelijkse praktijk moet kunnen helpen om risico inschattingen te kunnen doen voor bepaalde stukken beleid die de arts inzet. Dit soort modellen kunnen ook toegepast worden in de ontwikkeling van nieuwe producten en functionaliteiten. Ook dit kan gezien worden als een voorbeeld van externe innovatie.

Er wordt door het bedrijf echter niet structureel voor verschillende typen innovatieprocessen, een verschillend ontwikkelproces doorlopen. Het onderscheid tussen interne en externe innovatie wordt dus niet structureel gemaakt.

E.6 Developer of Software (3)

Algemeen

Het bedrijf houdt zich bezig met het ontwikkelen, verkopen en implementeren van bedrijfsbrede software-oplossingen op het gebied van Human Capital Management (HCM), Financial Management (FMS), Customer Relationship Management (CRM) en Supply Chain Management (SCM).

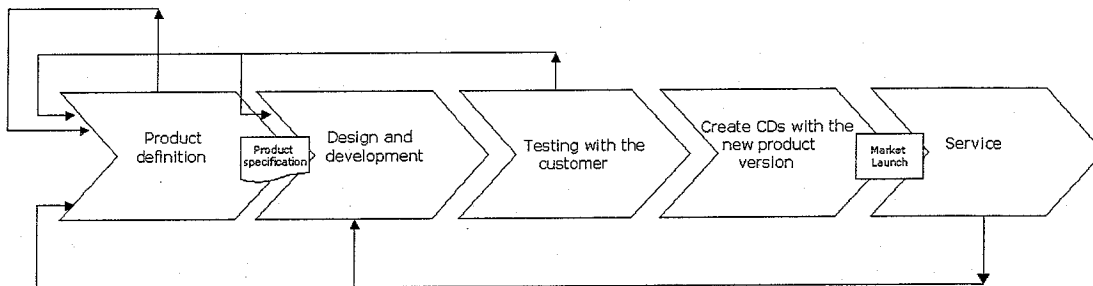
Het bedrijf heeft een omzet van ongeveer 2.9 miljard dollar en er werken ongeveer 12.000 personen.

Het bedrijf concurreert effectief op een aantal vlakken:

- ❖ Kwaliteit van de software
- ❖ Toepassing van de laatste technologie
- ❖ Lagere kosten en hoger rendement
- ❖ Effectieve implementatie

Ontwikkelproces

Het product ontwikkelproces kan als volgt worden geschematiseerd:



De product definitie vindt plaats aan de hand van diverse verzoeken. Dit kunnen zowel (toekomstige) wettelijke eisen alsmede verzoeken van klanten of partners zijn. Voordat de definitieve productdefinitie plaatsvindt vinden er diverse afstemmingen plaats met klanten, partners, alsmede andere ontwikkelingsafdelingen van andere (gelieerde) productlijnen. Vervolgens wordt het product gemaakt en wordt een aantal relaties uitgenodigd om het product te testen. Het produceren bestaat uit het fysiek maken van CDs (inclusief installatieprocedures) die vervolgens door klanten gebruikt worden.

In de gebruiksfase (service) kan besloten worden een upgrade uit te voeren. Deze upgrade vindt dan zijn oorsprong in de product definition of de design and development fase, afhankelijk van het type upgrade en afhankelijk van het nut dat een dergelijke upgrade een klant zal brengen.

Trend van digitalisering

Het bedrijf stond aan de initiatie van de digitalisering van de ERP markt, toen het in eerste instantie met client-server oplossingen kwam aan het eind van de jaren 80 en als eerste kwam met een 100% pure internet oplossing in 2000. Het ontwikkelen van software volgens de laatste trends is onderdeel van het DNA van het bedrijf. Voortdurend worden projecten gestart met als doel het onderzoeken van de toegevoegde waarde van de nieuwste technologie voor klanten.

Het is van essentieel belang dat de klant betrokken wordt bij het ontwikkelen van (toekomstige versies van de) software. Dit gebeurt op verschillende platforms, zoals gebruikersgroepen (geografisch of per industrie), contact met strategische individuele klanten, alsmede zakelijke partners.

Het betrekken van gebruikers in het ontwikkelproces

Gebruikers worden in het ontwikkelproces betrokken omdat zij bij uitstek de personen zijn die het produkt kennen vanuit de dagelijkse praktijk. Zij kunnen zeer waardevolle aanwijzingen geven met betrekking tot verbeteringen in functionaliteit en gebruikersgemak.

Bij de gebruikers die betrokken worden in de ontwikkeling dienen de verwachtingen in goede banen geleid te worden.

Het feit dat een klant met een verbetervoorstel komt betekent niet dat dit voorstel ook per definitie in het produkt ingebouwd zal gaan worden. De ontwikkelaar zal de gebruiker zich hier van tevoren bewust van moeten maken.

Het bedrijf maakt duidelijk onderscheid in mensen die voortdurend de software gebruiken (power users) en mensen die incidenteel met het systeem werken om informatie te verkrijgen voor het uitoefenen van hun verantwoordelijkheid en de organisatie aan te sturen (rapportage).

De eerste groep zal voornamelijk betrokken worden in het efficiënt maken van de data-entry handelingen. De tweede groep zal zich meer richten op functionaliteit.

De interactiemomenten zijn over het algemeen bijeenkomsten van gebruikersgroepen, sessies met individuele klanten of zakelijke partners. Deze bijeenkomsten hebben als doel:

- ❖ Het krijgen van feedback ten aanzien van de huidige situatie
- ❖ Het bespreken van de toekomstige oplossing
- ❖ Het testen van nieuwe producten/features/functionaliteiten

Het bedrijf heeft sinds de eerste versie, die samen met klanten is ontwikkeld, gebruik gemaakt van klanten in het ontwikkelproces. Dit proces is in de loop der jaren niet veranderd, maar wel uitgebreid en complexer geworden door een toenemend aantal producten en productgroepen.

Upgraden van producten

De redenen voor het upgraden van producten zijn het introduceren van nieuwe functionaliteit, verbeteren van bestaande functionaliteit en het verbeteren van eventuele fouten.

Er wordt een upgrade uitgevoerd in plaats van het implementeren van een geheel nieuwe versie, omdat het toepassen van een upgrade door een klant verreweg eenvoudiger, sneller en goedkoper is dan een nieuwe versie implementeren.

Het grootste probleem is het doen van een upgrade, terwijl de klant een aantal specifieke veranderingen (customisations) heeft gemaakt in de software of de onderliggende database.

Aan de kant van de klant wordt eerst gekeken naar de noodzaak om te upgraden en naar de mate van ondersteuning van de huidige versie die in gebruik is.

Het grootste risico van upgraden is dat het nieuwe produkt (ondanks uitvoerig testen) fouten bevat. Bij software zal dit altijd zo blijven, zij het dat er veel veranderd is in de ontwikkeling ten opzichte van enkele jaren geleden. Door duidelijke communicatie met de klant wordt getracht om de eventuele gevolgen van deze risico's te beperken.

Het proces van upgraden kan vergeleken worden met het ontwikkelproces voor een geheel nieuw product, alleen dan in een verhoogd tempo. Uiteraard zullen die onderdelen van software die niet ge-upgrade worden, minder aan testen onderhevig zijn.

Interne en externe innovatie

Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen verschillende typen innovatietrajecten. Een structureel onderscheid tussen (het ontwikkelproces van een) interne en externe innovatie is bij dit bedrijf dus niet terug te vinden.

Er worden echter voortdurend projecten gestart met als doel het onderzoeken van de toegevoegde waarde van de nieuwste technologie. Dit kan gezien worden als een vorm van interne innovatie.

Tevens vindt de produkt definitie plaats aan de hand van diverse verzoeken. Dit kunnen zowel (toekomstige) wettelijke eisen alsmede verzoeken van klanten of partners zijn. Dit kan gezien worden als een vorm van externe innovatie.

E.7 Developer of Medical Systems (2)

Algemeen

Het bedrijf ontwikkelt en produceert producten op het gebied van medische apparatuur en daarmee verband houdende diensten. De producten portfolio omvat apparatuur uiteenlopend van medische beeldvorming tot patiëntenbewaking.

De klanten van het bedrijf bestaan voor 95% uit ziekenhuizen. Dit betekent dat er sprake is van een Business-to-Business markt.

Sinds kort komt er meer aandacht voor de personal healthcare die ook een Business-to-Consumer component kent, waarbij verzekeraars vaak een tussenpositie innemen.

De medische markt is op zich een vrij stabiele markt met enkele grote spelers en een paar procent groei per jaar. De klanten zijn in deze markt bekend. De markt van de medische IT is veel groter: hierin zijn veel meer, kleinere, regionale spelers actief.

Ontwikkelproces

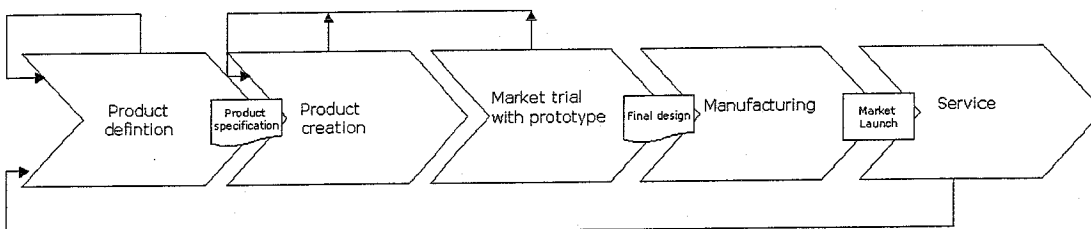
Bij de grote dure apparaten, met grote hardware onderdelen wordt ontwikkeld met een traditioneel (waterval) en gedisciplineerd ontwikkelproces.

Hoe meer software er in het producten voorkomt, hoe sneller en iteratiever er ontwikkeld kan worden.

De mate van regulatie die gesteld worden aan een product heeft ook invloed op het ontwikkelproces. Hoe meer regulatie benodigd, hoe langer de ontwikkeltijd.

Officieel is er nog steeds een zogenaamd watervalmodel (stage-gate model). Veel groepen worstelen hier echter mee, vooral de groepen waarbij meer software toegepast moet worden. Deze groepen willen wat meer iteratief ontwikkelen om het proces te versnellen en om eerder feedback te krijgen over of je wel de goede dingen doet en om eerder te voorspellen wanneer het product nu echt klaar gaat zijn.

Het productontwikkelproces kan als volgt geschematiseerd worden:



Trend van digitalisering

Mede door de digitalisering van producten zijn een aantal belangrijke trends te onderscheiden:

- Alle producten moeten aan elkaar gehangen kunnen worden, moeten gegevens uit kunnen wisselen en compatible met elkaar zijn.
- Door gebrek aan personeel moet het gebruiksgemak van de producten verbeterd worden om efficiënter te kunnen werken.
- Klanten doen grote investeringen en gaan er vanuit dat het product dan vele jaren gebruikt kan worden. Het systeem dient dus steeds vernieuwd te kunnen worden. De life cycle van het product is nog steeds lang, zowel in het veld als ook als ontwikkel-platform
- Door de digitalisering komt er steeds meer bulk-data beschikbaar die vastgelegd wordt en toegepast kan gaan worden in nieuwe producten en technologieën. Ook wordt van medische systemen verwacht dat ze kunnen bijdragen aan het in "actionable information" transferreren van de grote hoeveelheden ge-acquireerde data.
- Steeds meer wordt er gebruik gemaakt van standaard/commodity technology uit de IT wereld in de producten. Probleem wat hierbij komt kijken is dat er rekening gehouden moet worden met life cycles van die technologie/software die ze in de medische wereld niet gewend zijn en moet de betrouwbaarheid van deze IT systemen groter zijn dan voor andere industriën.

Het systeem moet architectonisch voorbereid zijn op komende technologie. Daardoor wordt ook steeds meer gebruik gemaakt van platformtechnologie waar dan gedurende lange tijd steeds nieuwe releases van uitgegeven worden.

De sales force heeft hier op dit moment nog wat moeite mee: zij moeten puur software verkopen aan klanten terwijl er aan de hardware niets verandert. Voor veel klanten is dit nog moeilijk te bevatten en daardoor moeilijk te verkopen.

Ook de leverancier moet wennen aan het feit dat hun commodity technologie toegepast wordt in medische systemen. Dit stelt namelijk andere eisen aan deze software.

Door de digitalisering is er veel meer nadruk op de software ontwikkeling komen te liggen: voorheen zorgde de hardware voor het grootste deel van de functionaliteit. Nu is dat de software. Dit vereist heel andere capabilities van ontwikkelaars en overige betrokkenen:

- De architectuur moet ondersteunen dat je de digitalisering aankunt. De systeemarchitecten moeten denken in component modellen en moeten verstand hebben van software. De rol van deze architecten wordt steeds groter.
- Ook de ontwikkelmanagers moeten hiervoor ook gevoel hebben. Vaak zijn dit mensen met weinig affiniteit voor software. Het ontwikkelen van hardware is namelijk een andere tak van sport dan het ontwikkelen van software. Software ontwikkeling is hierin veel flexibeler en dynamischer.
- Dit vereist ook een bredere kijk van de marketeers: zij moeten niet alleen naar het komende product kijken, maar zich meer bezig houden met de roadmap voor een dergelijk product, hoe het zich door de jaren zal gaan ontwikkelen. Dit geeft op dit moment nogal eens problemen.
- Software wordt op veel verschillende plaatsen gemaakt. Er moet dus goed samengewerkt worden om al deze systemen op elkaar af te laten stemmen. Het lijkt alsof dat bij hardware en mechanica makkelijker is dan bij software. Software is hierin wat minder tastbaar en abstracter.
- Door de digitalisering zijn er veel meer gereedschappen en mogelijkheden ontwikkeld die het geheel gemakkelijker maken, maar tegelijk zijn de systemen en producten en de organisatie ook veel complexer geworden.

Upgrading

Redenen voor upgraden

De klant verwacht dat een systeem een lange tijd mee kan (ook technologisch). Hiertoe moeten de nieuwste functionaliteiten in een product aanwezig zijn. Tevens moet het systeem onderhouden blijven.

Er wordt besloten om een upgrade uit te voeren omdat het ontwikkelen van een nieuw product of versie enorm duur is en enorm lang duurt. Door een upgrade kan relatief goedkoop het product uitgebreid worden en de investering terugverdiend worden.

Er wordt besloten geen upgrade meer te ontwikkelen maar om een geheel nieuw product te gaan ontwikkelen op het moment dat de kwaliteit van de hardware en/of de software van het huidige product tegen de grens aan zit.

Tevens kan het zo zijn dat een product niet langer te servicen is omdat er bepaalde onderdelen van het product niet meer beschikbaar zijn. Ook is het mogelijk dat de functionaliteiten die er door de nieuwe technologie ontstaan simpelweg niet door de huidige hardware infrastructuur uitgevoerd kunnen worden.

Problemen met upgraden

Op het moment dat je het product buiten laat staan in het veld, krijg je dat er allemaal verschillende versies van producten in het veld staan. Het is nagenoeg onmogelijk om voor al die verschillende versies service te blijven verlenen over de gehele life cycle van het product. Het bedrijf heeft daarom besloten om bij klanten die een versie hebben ouder dan 2 generaties, de klant eerst te verplichten om de nieuwste versie te kopen en dan pas service te verlenen.

Door het gebruik van commodity software zijn er veel patches die vanuit de leverancier komen en die heel vaak toegepast moeten worden om het systeem beveiligd te houden. De upgrades van deze (commodity) software worden niet allemaal blindelings en afzonderlijk uitgevoerd. Deze worden verzameld, getest (zodat je zeker weet dat de functionaliteit van het apparaat er niet door wordt aangetast) en dan als één upgrade in de markt gezet.

In veel gevallen is de capaciteit van de hardware te beperkt voor de nieuwste softwaretechnologie. Er zijn zoveel eisen dat de PC het niet meer aankan. Dit betekent dat een software upgrade leidt tot ook een upgrade van een beperkt deel van de hardware.

Proces van upgraden

Het product wordt steeds meer als een combinatie van allemaal losse componenten gezien, aangestuurd door software. Door het upgraden wordt er tijdens de productontwikkeling meer nadruk op de losse componenten van het product gelegd. Er wordt geen point solution meer gemaakt die alles kan. Er wordt geprobeerd allemaal componenten te ontwikkelen die allemaal een eigen life cycle hebben.

Een hier uit volgende belangrijke ontwikkeling is dat de apparatuur moet kunnen migreren van de ene release naar de andere. Je wilt voorkomen dat een software upgrade betekent dat je het gehele product moet aanpassen. Dit wil je zoveel mogelijk voorkomen. Dit vereist inzicht in hoe de markt en technologie zal gaan evolueren en veranderen. Hiertoe worden roadmaps voor producten te maken. Deze verandering drukt een zware stempel op de systeemarchitectuur.

Tevens worden er steeds hogere eisen aan de snelheid van het ontwikkelproces op het gebied van testen gesteld. De testperiode van een upgrade (bijvoorbeeld een beveiligingsupgrade) mag niet meer te lang zijn omdat dit enorme risico's met zich mee kan brengen.

In de industrie van medische systemen komt het regelmatig voor dat op het moment dat een concurrent met een bepaald product op de markt komt, de overige bedrijven hun (nog niet in de volle breedte van functionaliteit uitontwikkelde) product ook in de markt zetten, wat vervolgens in de markt geheel geupgrade wordt tot het initieel gespecificeerde product. (Dergelijke upgrades worden door het bedrijf zelf geïnitieerd.) Dit wordt vooral gedaan omdat de markt waarin zij opereren niet heel erg groot is, en deze markt snel verzadigd is als er een concurrent zijn product al op de markt heeft staan. De market window is beperkt, waardoor time-to-market enorm belangrijk is.

Tevens wordt in een product vaak al een aantal functionaliteiten ingebouwd, die door de klant nog niet aangeschaft en geactiveerd zijn. De klant kan een functionaliteit bijkopen en krijgt hiervoor dan een soort van "key" om deze functionaliteit te activeren.

Tevens zijn er tijdelijke keys zodat klanten een soort van proefperiode van een bepaalde functie kunnen krijgen en vervolgens kunnen besluiten om deze functie wel of niet aan te schaffen.

Bij functionaliteitsuitbreidingen die nog niet in het product aanwezig zijn en dus als een upgrade moeten worden ontwikkeld, wordt eerst een business case opgesteld om te kijken welke onderdelen wel uitgevoerd gaan worden in de komende upgrade en welke niet. De marketing mensen bouwen namens de klant een dergelijke business case met een lijst met functionaliteiten die er zeker in moeten, functionaliteiten die gewenst zijn en functionaliteiten die leuk zouden zijn als er nog tijd over is. Uit deze lijst wordt de specificatie voor de komende upgrade opgesteld, gebaseerd op haalbaarheid in tijd en kosten. Hierbij dient de marketing afdeling als spreekbuis van de klant.

De upgrades worden via het internet gedistribueerd. Het is echter niet zo dat de klant deze zelf dan uitvoert. Hiervoor wordt iemand van de serviceafdeling bij de klant langsgestuurd.

User involvement

Het bedrijf heeft goede contacten met vooral grote universiteitsziekenhuizen. Zij zijn vaak bepalend voor een groot deel van de eisen die er aan een product gesteld moeten worden.

Er worden niet vaak actieve prototype sessies georganiseerd: het ontwikkelproces is i.h.a. geen iteratief proces waarbij het product in samenwerking met de klant wordt opgebouwd.

Wel worden er market trials bij bepaalde grote ziekenhuizen gehouden om duidelijke missers nog uit het product te halen voordat het product gelanceerd wordt.

Redenen om gebruikers in het ontwikkelproces te betrekken:

- Marketing reden: Door het betrekken van key gebruikers geeft je gelijk de mogelijkheid om te adverteren met je nieuwe product. Dit wordt gedaan met key klanten met internationale uitstraling.
- Klanten weten het beste ze willen hebben. Je kunt technisch heel mooie producten maken, maar als de klant er niet op zit te wachten of dat ze verkeerd gemaakt zijn, heeft dit geen zin. Deze afstemming gebeurt met innovatieve (universiteits)ziekenhuizen, en vindt plaats in de product creatie fase.
- Soms wil je exploreren of je überhaupt wel een bepaalde markt in wil gaan. Dit is om de nieuwste technologie in aanraking met de klant te brengen om te kijken of er een markt voor is. Dit wordt met innovatieve ziekenhuizen in de product definitie fase gedaan.
- In het veld, in de gebruiksfase, wordt gekeken of de klant wel tevreden is met het product en welke onderdelen er als eerste veranderd moeten worden (door bijvoorbeeld een upgrade).
- Up to date blijven op het gebied van klinische kennis en samen ontwikkelen van nieuwe klinische kennis. Dit wordt gedaan samen met universiteitsziekenhuizen. Dit vindt plaats buiten de ontwikkelprojecten om, maar kan wel de initiatie van een ontwikkelproject zijn.

Dit wordt gedaan door presentaties met prototypes te verzorgen en sessies waarbij klanten met prototypes aan de slag gaan te organiseren.

Vooraf in de vroege fasen van het ontwikkelproces wordt de gebruiker indirect betrokken:

- De serviceafdeling is een belangrijke vertegenwoordiger van 1 speciek soort gebruiker: de (PMS) service engineer. Daarnaast weet service ook hoe het product in praktijk bevalt, omdat hij met de problemen in het veld te maken krijgt en veel met de gebruiker in contact staat. Service wordt daarom intensief in iedere fase van het ontwikkelproces betrokken.
- De marketeers zijn de voornaamste vertegenwoordigers van de gebruiker. Zij moeten de klantwensen vertalen in specificaties waaraan het product moet voldoen. De klant doet niet zelf mee in de specificatiefase, maar worden vertegenwoordigd door applicanten en mensen van service en marketing.

Het betrekken van gebruikers is de laatste jaren meer gestructureerd geworden en kan veel meer als een partnership gezien worden.

Er wordt niet een directe link met de digitalisering gezien: hooguit dat je veel eerder prototypes kunt ontwikkelen en aan de klant kunt aanbieden.

Interne vs externe innovatie

Sinds de divisie Personal Healthcare er is gekomen, is de visie op de klant versterkt. De gebruiker is daar namelijk een consument. De eisen aan vooral de interface van een dergelijk product zijn dus geheel anders en het betrekken van eindgebruikers is hierin essentieel.

Bij de producten die het bedrijf ontwikkelt, is vooral sprake van interne innovatie. Er zijn echter ook door de digitalisering en de daaruitvolgende kostenreductie steeds meer voorbeelden van externe innovaties. Een voorbeeld hiervan zijn de home-defibrillators: een product dat voorheen enkel aan ziekenhuizen en ambulances verkocht werd, wordt nu ook aangeboden in de consumenten markt. De technologie verandert voor het bedrijf niet, maar de eisen die de er voor de consumenten markt aan het product gesteld worden zijn heel anders dan de eisen die specialisten aan het product stellen.

Initiele ontwikkeling van nieuwe producten is vaak technology push: vooral nieuw voor bedrijf (en daarbij een voorbeeld van externe innovatie). Vervolgontwikkelingen zijn vooral het aanpassen van het product aan de klantwensen.

E.8 Developer of Hearing Devices

Algemeen

Het bedrijf is een wereldwijd toonaangevende organisatie gespecialiseerd in de ontwikkeling, productie en service van geavanceerde hoortoestellen.

Het aantal afnemers in de markt is in de laatste jaren sterk afgenomen omdat een aantal grote ketens de kleinere overgenomen hebben, zodat het aantal klanten in vergelijking met 10 jaar geleden gereduceerd is van circa 70 tot circa 10. Op de Nederlandse markt zijn er ongeveer 7 grote leveranciers van hoortoestellen actief.

De markt wordt verdeeld in vier segmenten:

- ❖ Budget
- ❖ Basis
- ❖ Plus
- ❖ Top

Het bedrijf levert in al deze segmenten producten.

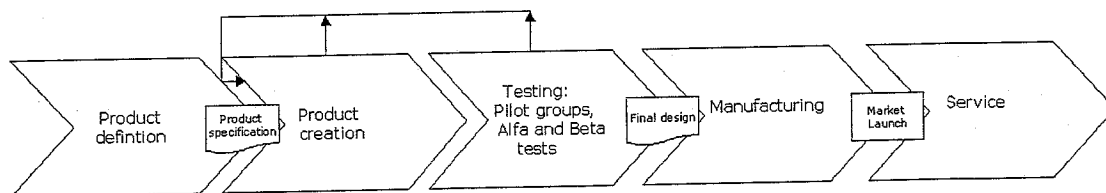
Ontwikkelproces

Productspecificatie wordt samen met de productmanagers uit de verschillende landen samengesteld. Technologisch is er enorm veel mogelijk, maar de vraag is wat de markt wil. Productmanagers hebben hier een goed beeld van omdat zij dagelijks met de audiciens en audiologen in gesprek zijn.

Vervolgens wordt het product ontwikkeld. Nadat het product geheel ontwikkeld is, wordt het product getest: Pilot groups, Alfa en Beta testen. Eventuele aanpassingen worden nog in het ontwerp gedaan, alvorens het product geproduceerd en in de markt gezet wordt.

Upgraden van gehoortoestellen die al in gebruik zijn wordt niet gedaan.

Het product ontwikkelproces kan als volgt schematisch weergegeven worden:



Trend van digitalisering

Digitalising van gehoortoestellen is zo'n tien jaar geleden begonnen. Van een geheel analogoog toestel met ongeveer drie regelaars (door fysieke ruimte beperkt) kwam er een digitaal programmeerbaar toestel waarbij de techniek in het toestel nog niet digitaal was. De eerste ontwikkeling hierin was de PMC kast, waarin een module van het hoortoestel gestoken werd en hiermee konden verschillende typen hoortoestellen digitaal geprogrammeerd worden.

Vervolgens is het product steeds meer digitaal geworden en kon er een computer aan het product gekoppeld worden en kon er zo software op de chip in het product geïnstalleerd worden.

Iedere fabrikant van hoortoestellen heeft zijn eigen softwarepakket. Een van de kern activiteiten van de verkooporganisatie is het trainen van de audiciens met betrekking tot het gebruik van de software. De trend is momenteel om de software pakketten betreffende het gebruiksgemak te vereenvoudigen. Ook zullen deze software pakketten in de toekomst veel overeenkomsten gaan vertonen. Het overkoepelende softwarepakket is overigens wel voor alle hoortoestellen hetzelfde (voor klantgegevens, audiogram etc.)

Een toekomstige trend is dat de instellingen voor het gehoortoestel draadloos door middel van Bluetooth techniek geïnstalleerd worden. Momenteel wordt er nog veel gewerkt met een Hipro box. Dit is een interface tussen de PC en de hoortoestellen, waarbij de connecties middels kabeltjes gerealiseerd worden.

Voorheen had de audicien een schroevendraaiertje waarmee hij het product op zeer beperkte manier kon afstellen.

De toekomst: Geheel draadloos en vele parameters beschikbaar.

Door de digitalisering zijn het aantal "regelaars" enorm toegenomen. Er zijn veel meer functionaliteiten aan het product toegevoegd waardoor het product nog beter aan kan sluiten bij de specifieke wensen van de klant.

Functionaliteiten die er door de digitalisering ontstaan zijn:

- ❖ Geluiden per frequentiegedeelte versterken of verzwakken voor zowel de zachte, normale als harde inkomende geluiden
- ❖ Spraakdetectie
- ❖ Feedback management: Actieve en pasieve systemen
- ❖ Het in detail berekenen middels breed uitgeteste rekenregels van de versterkingen voor de inkomende geluiden voor de diverse frequentiegebieden

Upgrading

Geheel nieuwe producten worden voornamelijk voor het topsegment ontwikkeld. Op het moment dat er een nieuw product ontwikkeld is, schuift het vorige door naar het onderliggende segment. Dit is een vorm van "downgraden". De eisen die de verschillende segmenten aan het product stellen zijn wel verschillend. Het product wordt dus aangepast aan het onderliggende segment.

Tevens kan er aan een bestaand product een extra feature toegevoegd worden. Er wordt dan echter wel een nieuwe serie uitgebracht. Dit is meer een soort van intern upgraden.

Een product dat al bij de eindgebruiker, de slechthorende, in gebruik is, wordt niet meer geupgrade. Dit is technologisch wel mogelijk, maar is niet gebruikelijk in deze markt. Een gehoortoestel gaat over het algemeen ongeveer 5 jaar mee. Hierna wordt een nieuw toestel aangeschaft door de slechthorende.

In het verleden is door middel van een zogenaamde Smart-card het principe van upgraden van producten in het veld door een aantal bedrijven geïntroduceerd. Dit werd echter door de markt niet opgepakt omdat de gebruiker bij elke upgrade weer een gewenningsperiode moet doorlopen. Tevens blijkt het moeilijk te verkopen aan klanten dat het ene product duurder is dan het andere, terwijl het er precies hetzelfde uitziet, maar waar alleen een ander stuk software in zit en waarbij voor een stuk software betaald moet worden indien je extra functies wilt hebben, en waarbij de hardware niet verandert.

De capaciteit van de chip kan een beperkende factor in het upgraden zijn. Hierin moeten dus geregeld keuzes gemaakt worden over welke features wel en welke niet in een product gezet worden.

Ook het samenwerken tussen de verschillende softwarepakketten is een punt, dat veel aandacht verdient. De ICT afdelingen van de grote klanten testen deze pakketten, voordat deze naar de audiciens worden verspreid. Een aandachtspunt is dat de diverse pakketten elkaar niet in functionaliteit beïnvloeden. De communicatie tussen verschillende softwarepakketten kan door upgrades verstoord worden.

In de bovenliggende tekst wordt ook gesproken over een overkoepelend software pakket. Uit de praktijk is gebleken, dat Service Pack 2 voor Windows XP de werking van dit software pakket beïnvloed. Immers het Service Pack 2 beperkt de communicatie tussen programma's. Uiteraard wordt er door de leverancier van het overkoepeld software pakket naar oplossingen gezocht.

User involvement

De gebruikers die door het bedrijf onderscheiden worden zijn:

- ❖ Audiciens/audiologen
- ❖ Slechthorenden met een gehoortoestel.

In de specificatiefase wordt de gebruiker indirect betrokken omdat de productmanagers het klankbord van de gebruiker zijn en hun wensen dus kunnen vertalen in productspecificaties.

Pilot groups worden gehouden nadat het product ontwikkeld is. Het is meer een check of het uiteindelijke product voldoet aan de wensen van de klanten. Uiteraard in relatie met de verwachtingspatronen met betrekking tot de verschillende marktsegmenten.

Alfa testen worden uitgevoerd door medewerkers van het bedrijf die het nieuwe product toepassen bij enkele slechthorenden. Deze gebruikers worden dan gedurende een bepaalde tijd nauwlettend gevolgd, geobserveerd en geanalyseerd.

Beta testen worden uitgevoerd door een selecte groep audiciens, waar de software geïnstalleerd wordt, het product toegepast wordt bij gebruikers en waarbij de audiciens aan de hand van vragenlijsten feedback geven aan het ontwikkelteam over het nieuwe product.

Als het product al deze testen doorstaan heeft wordt het op grote schaal geproduceerd en in de markt gezet.

Door de digitalisering is de nadruk komen te liggen op de software die nodig is om het gehoortoestel in te kunnen stellen. Dit vereist veel training voor de audiciens enerzijds, en anderzijds een goede interactie tussen het bedrijf en de audicien om het voor de audicien zo gebruiksvriendelijk mogelijk te maken.

Interne vs externe innovatie

De verschillende segmenten stellen verschillende eisen aan een product. Dit betekent dat er op het moment dat een product in een ander segment geplaatst gaat worden, een mate van externe innovatie benodigd is, om het product aan de eisen van het nieuwe segment te laten voldoen.

Het ontwikkelen van een nieuwe chiptechnologie is een typische interne innovatie. Deze chiptechnologie wordt ontwikkeld en getest, waarna het eventueel in een geheel nieuw product (voor het topsegment) toegepast gaat worden.

E.9 Developer of Copier and Printer Systems (1)

Algemeen

Het bedrijf ontwikkelt multifunctionele devices (MFD) op het gebied van documentbeheer. Het bedrijf ontwikkelt daarin niet alleen de copiers en printers, maar biedt gehele oplossingen voor het documentbeheer van klanten.

Waar vroeger het ontwikkelen en leveren van printers en copiers de core business van het bedrijf was, is dit nu enkel onderdeel van het gehele pakket dat het bedrijf aan zijn klanten verkoopt. De gehele service en maintenance dat het systeem vereist zijn onderdeel van dit pakket.

Voorheen waren voor elke handeling (printen, kopiëren, faxen, scannen), verschillende apparaten nodig, nu ligt steeds meer de nadruk op de integratie van al deze apparaten in één product.

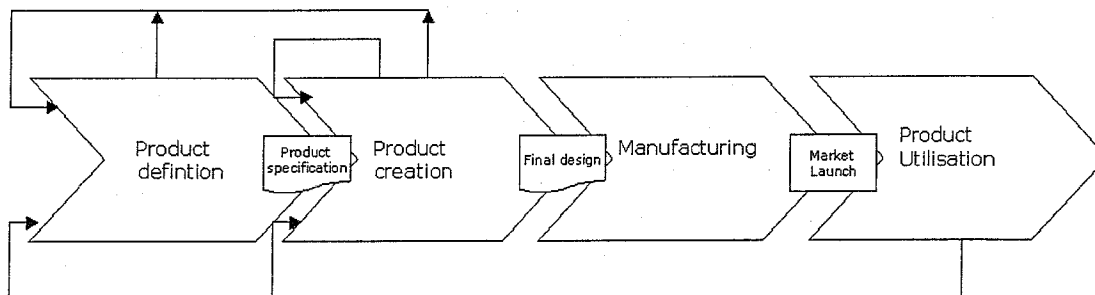
In 1995 is het bedrijf overgestapt van analoge apparaten naar digitale apparaten waardoor het beter mogelijk werd om verschillende functionaliteiten (printen faxen en scannen) te laten integreren. Hiervoor was rond 1993 het contract paperflow voor de copiers en printers reeds geïntegreerd waardoor de klant reeds wat bekendheid had met deze integratie. Dit heeft later het proces van integreren van de hardwareproducten enorm vergemakkelijkt.

Het is niet zozeer meer dat een klant een bepaald product koopt. De klant koopt veel meer een oplossing voor het documentbeheerprobleem, een bepaalde functionaliteit. In deze oplossing krijgen ze dan een hardware- en software configuratie aangemeten.

Er wordt een oplossing aangemeten voor de input, throughput en de output

Ontwikkelproces

Het product ontwikkelproces kan als volgt worden geschematiseerd:



Trend van digitalisering

Door de digitalisering van producten is de toegankelijkheid van de producten enorm verbeterd. Hierbij moet vooral gedacht worden aan de interface van de betreffende functionaliteiten. Doel voor het bedrijf is om het aantal handelingen voor de klant te minimaliseren en hierbij de productiviteit van de gebruiker in het documentbeheer te verhogen.

Voor een optimaal gebruik zijn trainingen een belangrijk onderdeel van de conversie bij de klant.

Door de digitalisering moest in principe het gehele bedrijf opnieuw getraind worden om hiermee juist te kunnen omgaan. Sinds die tijd ligt veel meer de nadruk op de software kant van het product:

- In de eerste periode (1995 /1999) betekende dit dat er voor een storing bij een klant zowel een hardware- als een netwerk/software servicier aanwezig moest zijn.
- Op het gebied van productontwikkeling diende er meer gedacht te worden in termen van oplossingen op softwaregebied dan in het ontwikkelen van zuiver hardware producten.

De ontwikkelingen die er destijds door de digitalisering ontstaan zijn, zijn op dit moment door zowel ontwikkelaar als klant geaccepteerd en geïntegreerd in de bedrijfsprocessen van zowel de ontwikkelaar als die van de klant.

Er wordt een standaardproduct ontwikkeld en verkocht, wat vervolgens bij de klant gecustomised wordt en aangepast wordt aan de wensen en eisen die de klant stelt aan het product en de configuratie.

Waar voorheen het bedrijf enkel leverancier was van een product om te kopiëren of printen, grijpt het product dat nu ontwikkeld en verkocht wordt, veel dieper in op de workflow van de klant waardoor over het algemeen de contracten die er met de klant afgesloten worden, van veel langere duur zijn.

Het pakket dat geleverd wordt door het bedrijf dient ter ondersteuning van de workflow binnen een bedrijf. De hardware is voor alle klanten hetzelfde, maar de software en het netwerk dat eromheen gebouwd wordt is tailor-made. Dit is onderdeel van de marketing en business strategie van het bedrijf.

Door de huidige productarchitectuur zijn de kosten en de prijs van de verschillende functionaliteiten/componenten enorm gedaald door de integratie van de producten.

Tevens zijn ontwikkelingen die voor de ene productgroep gedaan worden, nu ook zonder veel aanpassingen toepasbaar op de andere productgroepen. Ook dit zorgt voor een enorme besparing in ontwikkelkosten.

Beide kostenreducties zijn toe te schrijven aan de digitalisering van het product.

Het betrekken van gebruikers in het ontwikkelproces

De sales afdeling vertegenwoordigt vaak de gebruiker tijdens de ontwikkeling van een nieuw product of een nieuwe functionaliteit.

De gebruikers worden in verschillende fasen van het product ontwikkel proces betrokken:

- in de product definitie:
 - gebruiker indirect betrokken, vertegenwoordigd door de sales afdeling
 - technici van het bedrijf die bij de klant het proces volgen en mogelijke verbeterpunten identificeren
 - bezoeken van klanten die producten van concurrenten gebruiken
- in de voorfase van het product ontwikkel proces wordt op een hoger niveau de markt en de trends in deze markt geanalyseerd.
- in product creation:
 - de product specificaties worden door de internationale marketing afdelingen bekeken en bij de klant door marketing afdeling geverifieerd. De gebruiker wordt hierin wederom indirect betrokken in het product ontwikkel proces.
 - er worden samples/prototypes testen door marketing uitgevoerd. Deze prototypes worden bij de klant geplaatst en geanalyseerd door middel van field tests.
- in de gebruiksfase:
 - wordt een selecte groep klanten na enkele maanden aan de hand van vragenlijsten en focus groups benaderd om de ervaringen over het product met het bedrijf te bespreken. Eventuele aanpassingen kunnen in de vorm van een update of upgrade gemaakt worden of worden meegenomen als feature request in een nieuw product.

In de ontwikkeling van een geheel nieuwe technologie wordt de toekomstige gebruiker al veel eerder betrokken. Dit gebeurt dan aan de hand van extreem vroege prototypes die door de klant in het veld getest worden.

Interne en externe innovatie

Customisations die bij een specifieke klant uitgevoerd zijn, kunnen in een nieuw product toegepast worden. Dit is een vorm van externe innovatie omdat het product aangepast moet worden aan de eisen die de algemene klant eraan stelt. De nadruk ligt hierin dus op het aanpassen van de bestaande technologie aan de specifieke eisen die de klant aan het product stelt.

Interne innovatie vindt vooral plaats bij de ontwikkeling van een geheel nieuwe technologie waarbij allereerst de nadruk ligt op de markt exploratie en vervolgens op het opstellen van de technische en functionele specificaties van de nieuwe technologie.

Upgraden van producten

Er wordt onderscheid gemaakt tussen updates en upgrades al is er tussen beide begrippen een enorm grijs gebied waarvoor het onderscheid tussen updates en upgrades erg lastig te maken is.

Een update heeft over het algemeen als doel het oplossen van problemen in functionaliteiten en het verbeteren van deze functionaliteiten.

Een upgrade heeft over het algemeen als doel het toevoegen van functionaliteiten (kan op klantvraag). Dit kan zowel een software upgrade als een combinatie van een software en hardware upgrade zijn.

Voordat er met de huidige productarchitectuur (die gebaseerd is op Unix) gewerkt werd, waren er nogal eens problemen met de compatibility van de verschillende componenten (voor 2000). Als er een update van de software voor een bepaalde component gedaan werd, had dit soms tot gevolg dat een andere component niet of minder goed functioneerde. In de huidige productarchitectuur zijn alle functionaliteiten geheel met elkaar geïntegreerd en versmolten. Door deze nieuwe architectuur is de betrouwbaarheid en de compatibility enorm vergroot. De problemen die er in het verleden met upgrades/updates ontstonden zijn hiermee (grotendeels) verholpen.

In sommige gevallen kan de hardware de beperkende factor voor bepaalde functionaliteiten die op softwaregebied mogelijk of gewenst zijn. De klant heeft dan de keuze om deze functionaliteit te moeten missen of een geheel nieuwe configuratie aan te schaffen waarmee deze functionaliteiten wel mogelijk zijn.

Het is dus enorm belangrijk om hierin met de klant mee te denken omdat het bedrijf diep ingrijpt op de workflow van de klant.

Tevens is het bedrijf compliant en licensed voor Microsoft en maakt het gebruik van standaarden van de overige softwarepakketten die over het algemeen door de klant gebruikt worden. Ook dit verhoogt de betrouwbaarheid en compatibility van het product en voorkomt problemen met upgrades.

E.10 Developer of Space Travel and Aviation Systems

Algemeen

Het bedrijf ontwikkelt en produceert systemen voor de ruimte- en (militaire) luchtvaart industrie.

In het bedrijf komen vooral in de divisie Advanced Systems and Engineering digitaal programmeerbare producten voor. De producten die in deze divisie worden ontwikkeld zijn:

- Ruimtevaart systemen
- Simulators voor militaire industrie en luchtvaart
- Embedded training software in vliegtuigen
- Software systemen voor dataverwerking

Veel van de technologie die ontwikkeld wordt in de ruimtevaartindustrie kan ook worden toegepast in de luchtvaart en militaire branch. Uiteraard geldt dit ook andersom.

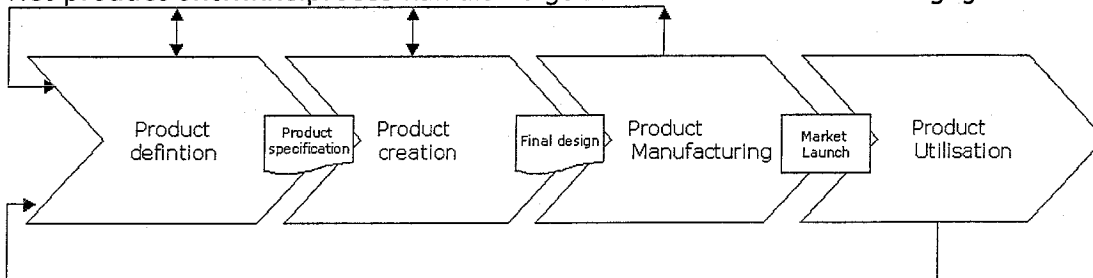
In veel opzichten loopt de ruimtevaartindustrie technologisch achter. Zo komt bijvoorbeeld een processorcapability van meer dan 20 MHz bijna niet voor:

- Warmtestraling: zo min mogelijk energie verstoken omdat je deze ook moet afvoeren
- Er wordt een enorme betrouwbaarheid geëist: op het moment dat het product op een satelliet zit, kun je er niet meer bij.

Aan deze voorwaarden moet de te ontwikkelen software dus aangepast worden. Hierdoor zijn de technieken en methodes die gebruikt worden bij het upgraden in veel opzichten tamelijk speciaal. Er zijn bijv. wel verschillen tav operationele beperkingen, zoals max. 5-10 minuten contact met een satelliet tijdens een fly-by, waarin ook nog eens gegevens van de satelliet moeten worden verwerkt. In gevallen van hoge autonomie (zoals interplanetaire missies) moeten ook upgrades automatisch door de processor zelf worden gedaan, zonder aarde-contact, en terwijl de primaire functies gewaarborgd blijven.

Ontwikkelproces

Het product ontwikkelproces kan als volgt schematisch worden weergegeven:



Voor een upgrade wordt het gehele product ontwikkel proces doorlopen, in een hoger tempo echter.

Het ontwikkelproces is nog vrij conservatief vooral door de enorme reliability en veiligheidseisen die aan het product gesteld worden. Time-to-market i.h.a. speelt een ondergeschikte rol (soms zijn er wel keiharde deadlines, bijv. als het gaat om een onderzoek aan een komeet). De nadruk ligt vooral op de kwaliteit en in mindere mate op de ontwikkelkosten.

In principe worden alle fasen sequentieel afgelopen waarbij de documentatie enorm belangrijk is (watervalmodel).

Hierin is echter wel een beetje een kentering te zien. Door de toenemende complexiteit neemt de noodzaak om een aantal projecten die op elkaar ingrijpen parallel aan elkaar te laten verlopen toe. Dit vergroot de behoefte aan voorleveranties. Hierdoor ontstaat steeds meer iteratieve ontwikkeling.

De opdrachtgever blijft gedurende het gehele ontwikkelproject wijzigingen in de productspecificatie doorvoeren. Dit komt vooral omdat de eindgebruiker niet in een vroeg stadium in de ontwikkeling betrokken wordt.

De neiging tot formalisatie van bedrijfsprocessen (CMM) wordt steeds groter om efficiency redenen.

Trend van digitalisering

De trend van digitalisering is begin jaren '70 begonnen in de ruimtevaart industrie. Begin jaren '80 zijn de eerste digitaal herprogrammeerbare systemen ontwikkeld. Deze herprogrammeerbaarheid bleek voor bepaalde missies noodzakelijk omdat zich bepaalde problemen met zowel hardware als software voordeden. Door de software opnieuw in te laden kon de satelliet toch zijn oorspronkelijke levensduur behouden.

De mate van herprogrammeerbaarheid is door de jaren heen sterk toegenomen. In eerste instantie was er enkel herprogrammeerbaarheid van applicaties door middel van bepaalde software patches.

Tegenwoordig is het gehele systeem herprogrammeerbaar waarbij een geheel nieuw image ge-upload kan worden.

Onder invloed van de digitalisering zijn er een aantal veranderingen te onderscheiden:

- Er wordt steeds meer gebruik gemaakt van FPGAs (Field Programmable Gate Arrays) en microprocessors in ruimtevaartsystemen
- De systemen worden steeds groter wat betreft complexiteit. Hiertoe worden ook steeds meer de functies en systemen van een product in één processor toegepast. De hardware is hierin wel gescheiden, maar aansturing van deze hardware wordt steeds meer centraal vanuit één processor gedaan. Ontwikkeling is steeds meer aangewezen op de software aspecten van een computer.
- Er wordt een enorme hoeveelheid rekencapaciteit vereist. De huidige capaciteit van processoren is vaak niet voldoende waardoor steeds meer distributed processing plaatsvindt. In feite zijn er twee trends.
 1. In satellietssystemen worden steeds vaker complexere onboard berekeningen gedaan op payload, waarbij o.m. DSP's worden toegepast. De eerste trend is om de huidige platform-activiteiten te integreren in de DSP computer voor de payload. Hierdoor krijg je een vermenging van flight-critical en non-critical software, waarbij de payload-software vaak ook nog door universiteiten e.d. worden ontwikkeld, zonder de specifieke hoge kwaliteitsstandaarden die tot nu toe gebruikelijk zijn voor platformsoftware.
 2. Voor nog complexere toepassingen, met bovendien vaak een hoge mate van autonomie wordt onderkend dat de capability van processoren niet voldoende trend houdt met de software-eisen, terwijl de autonomie vereist dat er een hoge mate van reconfigureerbaarheid is.
- Een ruimtevaartstelsel gaat steeds meer lijken op een computer met randapparatuur; alle complexiteiten en functionaliteiten worden door de software mogelijk gemaakt.

- In de ruimtevaartindustrie wordt veel gebruik gemaakt van subcontracting. Het is dus van enorm groot belang om de losse software componenten goed met elkaar te integreren.

Het betrekken van gebruikers in het ontwikkelproces

In ruimtevaarttoepassingen wordt de gebruiker niet intensief betrokken in de ontwikkeling en wordt geen gebruik gemaakt van zogenaamde early prototyping sessions. De opdrachtgever levert de productspecificatie aan. In deze eerste fase is het bedrijf nauwelijks betrokken. Deze specificaties wijzigen in de loop van het ontwikkelproces nogal eens. Pas in een betrekkelijk laat stadium worden cosmonauten betrokken die daadwerkelijk met het product aan de slag gaan wat vaak tot enorme iteratieslagen leidt. Het gebrek aan interactie komt grotendeels voort uit het feit dat het bedrijf een subcontractor van de main contractor is.

De gebruiker wordt wel betrokken in andere projecten zoals militaire opdrachten waarbij de eindgebruiker reeds in de definitie van het product betrokken wordt. Hierbij kunnen presentaties op computers gemaakt worden om de gebruiker een beeld te geven van hoe het product er uit zal gaan zien en wat de mogelijkheden van het nieuwe product zullen zijn. Er wordt in de vorm van presentaties en gestructureerde gesprekken met gebruikers getracht te achterhalen aan welke specificaties het uiteindelijke product zal moeten gaan voldoen. Deze presentaties en sessies dienen tevens om gebruikers aan te zetten tot het plaatsen van opdrachten voor een dergelijk nieuw product.

In de simulatorenbouw wordt betrekkelijk vroeg in het ontwikkelproces (in de product creatie) een prototype/demonstrator ontwikkeld die door de uiteindelijke gebruiker getest wordt.

Er zijn twee soorten gebruikers:

- Opdrachtgever: overleg op strategisch niveau over hoe de markt zich zal gaan ontwikkelen.
- Eindgebruikers: overleg op operationeel niveau over het gebruik van het product.

Het is enorm belangrijk om het vertrouwen van de gebruikers te hebben omdat zij anders weigeren gebruik te maken van het ontworpen product. Dit wordt getracht door intensieve product testen en door de gebruiker in het proces te betrekken.

Interne en externe innovatie

Een voorbeeld van een interne innovatie is de ontwikkeling van een geheel nieuwe simulatortechnologie. Een dergelijke technologie is dan bijvoorbeeld ontwikkeld voor een F16. Op het moment dat dit product toegepast wordt op een ander type vliegtuig, komen hier geheel andere specificaties bij kijken die de gebruiker aan de simulator stelt. De technologie verandert niet, het zijn de eisen die de andere gebruiker aan het product stelt die veranderen. Dit is typisch een externe innovatie.

Tevens worden technologieën die voor de ruimtevaart ontwikkeld zijn, vaak ook toegepast in de (militaire) luchtvaart. Deze industrietakken stellen echter andere eisen aan het product. Dit is wederom een vorm van externe innovatie. Deze vorm van "hergebruik" van technologie is door de digitalisering van producten enorm vergemakkelijkt.

Bij sommige projecten waarbij je heel duidelijk commonality ziet, blijken vaak de eisen die de main contractors aan het product stellen enorm uiteen lopen, waardoor het "hergebruiken" van deze technologie nagenoeg onmogelijk wordt.

Er ligt dus een opportunity tot externe innovatie maar blijkt vaak praktisch niet haalbaar door de diversiteit van de markt.

Upgraden van producten

Producten wordt reeds ge-upgrade in het ontwerpstadium waarin de eisen die de opdrachtgever aan het product stelt continu veranderen. De architectuur moet hierop wel ingericht zijn. Dit vereist een zekere flexibiliteit in zowel de statische en dynamische architectuur van het product.

De meeste upgrades vinden plaats waar je niet zelf fysiek bij aanwezig bent: in de ruimte. Je moet dus zorgen voor fall-back mogelijkheden tijdens de upgrade en dat de upgrade uitgetest kan worden met fall-back mogelijkheden op de grond, zodat je zeker bent dat die upgrade niet voor problemen gaat zorgen op het moment dat je de upgrade in de satelliet installeert.

Het proces van upgraden kan vergeleken worden met het product ontwikkel proces van een geheel nieuw product, maar dan in een hoger tempo.

Er zijn twee typen upgrades te onderscheiden:

- Upgraden van aansturingsoftware
- Herprogrammeren van missies: wijzigen van de operationele sequence van activiteiten die de op de missie uitgevoerd worden.

De redenen om te upgraden:

- Toevoegen en wijzigen van functionaliteiten: systemen worden tegenwoordig met dusdanig veel vrijheid gespecificeerd dat je een missie in de loop van de levensduur van de satelliet kunt wijzigen.
- Herstellen van fouten in de software

Er zitten een aantal risico's aan upgraden:

- Je kunt een satelliet kwijtraken als er een fout in de software of compatibility met andere systemen zit.
- Als er nieuwe communicatiesoftware geupload wordt, is het mogelijk dat het systeem ineens niet meer reageert.
- Een missie kan schade lijden: upgrade kan deel van de hardware beschadigen.
- De satelliet kan uit zijn baan geraken en daardoor een gevaar gaan vormen.

Problemen die upgraden met zich meebrengt:

- Upgraden van device drivers: dit is dan vaak dezelfde driver die je gebruikt om de upgrade binnen te krijgen. Hiertoe moet een upgrade geheel uitgetest zijn op de grond zodat er geen risico's meer aan de upgrade zitten.
- Als aan een systeem op de satelliet functionaliteit gewijzigd of toegevoegd wordt betekent dit dat er op de grond ook een aantal systemen aangepast moeten worden. Dit kan voor compatibility problemen zorgen.
- De capaciteit van de processoren is slechts beperkt: het is niet mogelijk om hardware te upgraden of uit te breiden in de ruimte.
- Proces van upgraden is door de complexiteit veranderd: samenkomen van verschillende stukken software die ook allemaal geupgrade worden. Verschillende platforms en programmeertalen moeten met elkaar geïntegreerd worden.

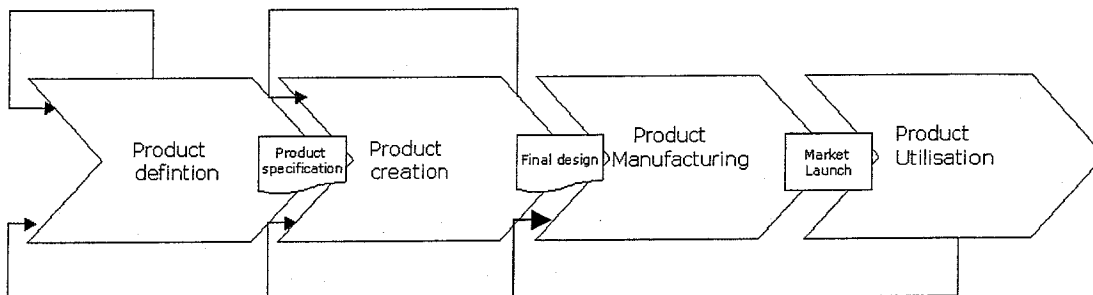
E.11 Developer of Printer and Copier Systems (2)

Algemeen

Het bedrijf ontwikkelt en produceert producten en diensten voor de (re)productie, presentatie, distributie en het beheren van documentstromen. Het assortiment omvat software, kopieer- en printsystemen en materialen. Daarnaast biedt de onderneming haar klanten innovatieve diensten op het gebied van consultancy, uitbesteding en financiering.

Ontwikkelproces

Het product ontwikkelproces kan als volgt schematisch worden weergegeven:



Trend van digitalisering

Er zijn meerdere golven van digitalisering te onderscheiden:

- ❖ Voor de digitalisering: in kantoor producten een analoog proces met flitsbelichting van het origineel waarbij een ladingsbeeld op de drager gelegd werd. In producten voor technische tekenkamers een diazo proces.
- ❖ Eind jaren 80 was er een digitaliseringsslag intern in het apparaat. In de scanner werd een CCD geplaatst, die het origineel digitaliseert. Dan kan je intern in het apparaat digitale beeldbewerking toepassen en daar komt dan een print uit met behulp van een lasermodule of een ledmodule. Nadruk kwam hierdoor meer te liggen op de software ontwikkeling. Op dat moment zag het copier product er aan de buitenkant nog ongeveer hetzelfde uit. Er waren alleen een beperkt aantal features extra mogelijk, bijvoorbeeld: je hoefde het origineel maar 1x in te scannen. Tevens werden van de copiers printer-only producten afgeleid.
- ❖ Midden jaren 90 was de ontwikkeling te zien dat de copiers uitgebreid werden en dat er halverwege de digitale beeldbewerking bepaalde functionaliteiten ingekoppeld of uitgekoppeld konden worden, zoals printen en later scannen. In deze technologie zijn vanaf toen bepaalde ontwikkelslagen gemaakt in de controller technologie.
- ❖ Eind jaren 90 zie je bepaalde applicaties rondom die digitale technologie ontstaan, waardoor de requirements steeds meer vanuit de IT afdeling van de klant komen, die het apparaat in hun infrastructuur moeten gaan beheren alsof het een pc of een server is.

Impact van digitalisering:

- ❖ Tempo van verandering hoger: op problemen, wensen en veranderingen in het veld kan veel sneller geanticipeerd worden door middel van product releases. Hierdoor staat het product ook langer in de markt en wordt de product life cycle verlengd. Tevens wordt hierdoor de reliability van het product in stappen verhoogd.
- ❖ Meer randvoorwaarden vanuit de markt omdat je dieper ingrijpt op het primaire informatie proces van de klant.
- ❖ Mogelijkheden om op een vroeg moment te prototypen zijn vergroot mede doordat de hoeveelheid featuring en functionaliteit die je op een apparaat hebt enorm is toegenomen.
- ❖ Uit fase lopen van bepaalde ontwikkelingen omdat het ontwikkelen van hardware en embedded software een ander tijdsfad volgt dan dat van applicatie software. De ontwikkelsnelheid van applicatie software is veel hoger dan die van de hardware. Veel kortere iteratieslagen voor software door gebruik te maken van releases. De embedded software (aansturing motoren etc.) volgt het tijdsfad van de hardware.
- ❖ Door de digitalisering is de complexiteit van de producten en de hoeveelheid mogelijke functionaliteiten enorm toegenomen. Het is de uitdaging om de complexiteit voor de gebruiker zoveel mogelijk te beperken en hierbij het aantal en de juiste functionaliteiten zo goed mogelijk te benutten.
- ❖ Overige veranderingen door de digitalisering:
 - Aanpak van het project is niet wezenlijk anders, wel meer focus op software ontwikkeling in de loop der jaren.
 - Modularisering: hergebruik van componenten en toepassing standaard interfaces.
 - Marktversnelling en kostenbesparingen door verhoogd hergebruik.
 - In het begin van het ontwikkeltraject ligt de nadruk op de hardware ontwikkeling. Vervolgens wordt de software iteratief ontwikkeld en wordt deze na de market launch met nieuwe releases verder verbeterd.
 - De exacte organisatie van ontwikkelprojecten is nog in beweging. Bij verschillende projecten zie je nog verschillende uitvoeringsvormen van hoe dit georganiseerd wordt omdat software en hardware ontwikkeling twee geheel andere takken van sport zijn die toch heel nauw moeten samenwerken.
 - Door de toegenomen featuring en de klantspecifieke instellingen is het product voor de sales- en service afdelingen een stuk complexer geworden. Aan de andere kant geeft dit ook mogelijkheden voor commercialisering en automatisering van het service proces.
 - Hardware componenten zijn vaak eerder aan het einde van hun levensduur dan de software, die aan de hand van releases geupgrade wordt en daardoor een langere levenscyclus heeft.

Het betrekken van gebruikers in het ontwikkelproces

Voorheen werd gebruiker veelal indirect betrokken. Communicatie met de markt verliep vooral via sales- en service organisaties en had als doel om missende functionaliteiten te achterhalen.

De laatste jaren is deze feedback en interactie onder druk van de digitalisering versterkt en worden er snellere iteratieslagen gemaakt mede door het gebruik van vroege prototypen en is er een directer contact met de eindgebruiker.

Voorheen zag je het effect van gebruikersinformatie pas na enkele jaren in een nieuw product terug. Nu kan deze gebruikersinformatie betrekkelijk snel toegepast worden in een nieuwe release.

Veranderingen en user feedback kunnen veel sneller ingepast worden in het product door middel van een upgrade waardoor de kwaliteit van het product vergroot wordt. Tevens voldoet het product beter aan de wensen die de klant hieraan stelt.

Vooraf in de beginfase van een project waarin de requirements achterhaald moeten worden, is er veel aandacht voor de klant. Dit is om het productbeeld helder te krijgen.

In de *product definitie fase*:

- ❖ Klantbezoeken; hoe gebruikt de klant het huidige product.
- ❖ Early Prototypes; op de vlakken waarop je nog onduidelijkheden hebt omtrent de exacte invulling van de productspecificatie kun je aan de hand van een prototype en de betreffende gebruiker die voor dat stukje specificatie van belang is, deze invulling completeren. Bijvoorbeeld op het gebied van gebruikers interactie of werkprocessen bij de klant.

In de *product creatie fase*:

- ❖ Aan het einde van de product creatie fase wordt een beta-test met een engineering prototype uitgevoerd. Dit is een product dat nagenoeg uitontwikkeld is en waarvan er een aantal bij de klant in het veld geplaatst worden en waarbij de klant feedback geeft over het product. Hierbij wordt de klant en het product in gebruik geobserveerd. Hierna worden de laatste finesses aangebracht en worden de laatste bugs uit het product gehaald.

In de *gebruiksfase* wordt de gebruiker betrokken doordat hij het product gebruikt en tegen problemen aanloopt. Hiervan worden dan problem reports geschreven (door de verkoop- en service organisatie). Deze problem reports worden geanalyseerd en eventueel in een release aangepast door de engineering afdeling. Klantspecifieke problemen worden door de verkoop- en service organisatie zoveel als mogelijk zelf opgelost eventueel in samenwerking met een derde partij.

De gebruiker wordt vaak indirect betrokken *over de projecten heen* door de informatie die er vanuit de klant bij de sales- en service organisaties terechtkomt. Deze informatie over het werkproces van de klant en/of wensen t.a.v. uitbreidingen wordt gebruikt als input voor uitbreidingen op bestaande producten of nieuwe ontwikkelingen.

Er zijn verschillende stakeholders die van belang zijn in user involvement. In de beschrijving van de productspecificaties komen al deze stakeholders aan bod. Door een prototype bij een klant te plaatsen of door een beta test komen ook al deze typen gebruikers met het product in aanraking. Hierbij worden de specifieke verschillende typen gebruikers expliciet geïdentificeerd, zoals eindgebruiker/operator, beheerder (IT), service technicus, etc.

Interne en externe innovatie

Er wordt geen structureel onderscheid in het ontwikkelproces binnen de research and development afdeling gemaakt tussen interne en externe innovatie. Wel is het zo dat er voorbeelden van zowel interne als externe innovatie te identificeren zijn:

- ❖ De ontwikkeling van nieuwe producten en technologieën is een vorm van interne innovatie
- ❖ Er zijn verschillende marktsegmenten te onderscheiden. Producten/technologieën uit het ene marktsegment worden steeds meer ingezet in andere segmenten, waarbij het product aangepast moet worden aan de eisen van dat marktsegment. Dit is een voorbeeld van externe innovatie.

In externe innovaties ligt meer nadruk op het begrijpen van de marktspecifieke eisen en randvoorwaarden in de product definitie fase.

Door de digitalisering wordt er veel meer gebruik gemaakt van hergebruik van technologieën in andere producten. Hiertoe worden meer algemene eisen aan de producten gesteld en wordt er meer nadruk gelegd op consistentie binnen de productfamilie en op standaardisatie van deze eisen.

Upgraden van producten

Je wilt niet altijd wachten totdat je alle functionaliteit die in de productspecificatie omschreven staan, in een apparaat gezet hebt. Er wordt dan een product in de markt gezet met voldoende functionaliteit, maar met bekende beperkingen. Het product wordt vervolgens met upgrades en releases geheel geconformeerd aan de in beginsel gestelde productspecificatie.

Er zijn twee typen upgrades te onderscheiden:

- ❖ Punt releases zijn gratis voor de klant en bestaan vooral uit functionaliteitsverbeteringen.
- ❖ Major releases kunnen door de klant bijgekocht worden en bevatten functionaliteitsuitbreidingen.

De initiële productspecificatie initieert in principe de upgrades door het product steeds meer conform deze specificatie te maken. Deze productspecificatie kan in de loop der tijd veranderen door initiatieven uit de markt (concurrentie of bestaande klanten).

Kwaliteitscommissies krijgen feedback van klanten in de vorm van problem reports, geschreven door vertegenwoordigers bij de klant, over alle onvolkomenheden bij het product. Zij bekijken of er meteen actie moet ondernomen of dat bepaalde onvolkomenheden in een volgende release meegenomen kunnen worden.

Upgrades worden niet klant-specifiek uitgevoerd. De betreffende verkoop- en service organisatie stelt het product klant-specifiek in, eventueel met aanpassing van een aantal softwaregedeelten. Indien een probleem zich vaker in het veld voordoet, kan een dergelijke oplossing opgenomen worden in een nieuwe release.

Door de digitalisering zijn de mogelijkheden voor de verkooporganisaties om zelf nog wat te tunen aan het product, enorm vergroot.

Risico's in upgraden:

- ❖ De back-up restore is heel belangrijk: als een upgrade een systeem plat legt, het in ieder geval weer terug te zetten is in de oude vorm zodat het klantproces zo min mogelijk wordt onderbroken.
- ❖ De upgrade moet compatible zijn met de bestaande infrastructuur van de klant en de instellingen van het huidige systeem. Aftesten van dergelijke upgrades is hierin van essentieel belang.

Er zijn op het gebied van upgradering een aantal veranderingen te zien:

- ❖ Nu doet de service technicus de upgrade. In de toekomst zal deze steeds meer door expert klanten uitgevoerd gaan worden. Dit komt ook mede omdat de systeembeheerders meer overzicht en controle over wijzigingen en de status van het systeem willen hebben.
- ❖ Centrale monitoring door systeembeheerder van het gehele systeem en al zijn componenten.
- ❖ Wat betreft de productarchitectuur wordt er steeds meer gebruik gemaakt van standaardinterfaces en modularisatie.

E.12 Developer of Automotive Systems

Algemeen

Het bedrijf is een marktgedreven ontwikkelcentrum voor de automobieliindustrie.

In de automobieliindustrie is mede door de toenemende complexiteit de trend van outsourcing duidelijk waar te nemen waardoor de auto steeds meer in modules opgedeeld wordt die door verschillende leveranciers ontwikkeld en geleverd worden.

Er wordt steeds meer gebruik gemaakt van platforms waarop verschillende type producten gebaseerd worden en waardoor verschillende varianten van een auto op dezelfde underbody gemaakt kan worden.

De eisen die er aan een auto gesteld worden zijn de laatste jaren sterk toegenomen door de klantwensen en de regelgeving.

Het probleem van innovatie in de automobieliindustrie ligt niet zozeer in de daadwerkelijke technologie ontwikkeling maar meer in het ontwikkelen van technologie die geschikt is voor massa productie, gelet op de kosten en tijd die er aan besteed kan worden in de productie van de auto. Hierdoor is de automobieliindustrie vrij conservatief.

Ontwikkelproces

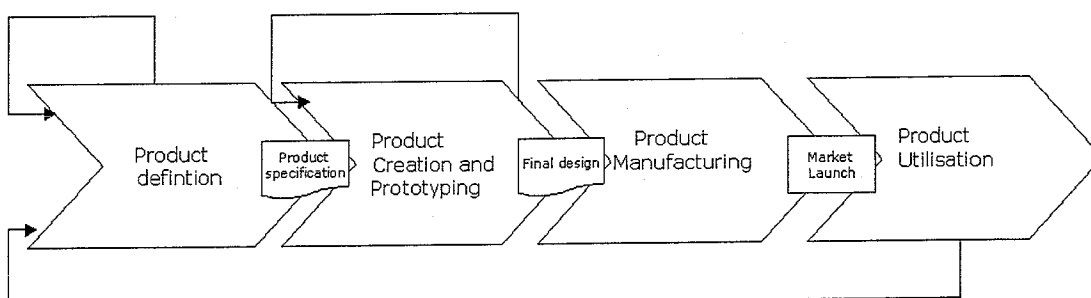
Waar voorheen in een product ontwikkeltraject ook nieuwe technologie ontwikkeld werd, wordt hier nu een duidelijk onderscheid gemaakt. In nieuwe producten wordt enkel beschikbare technologie toegepast. Dit maakt het product ontwikkelproces een stuk beter beheersbaar wat betreft kosten en tijd.

In een voertuig ontwikkelproces wordt steeds meer concurrent engineering toegepast waardoor de noodzaak tot goede communicatie steeds meer toeneemt. Deze communicatie en informatievoorziening is door de digitalisering enorm verbeterd.

Door de digitalisering een geheel product in de vorm van een 3D prototype op de computer ontwikkeld worden en kunnen er enorm snel wijzigingen doorgevoerd worden die door het hele systeem doorgevoerd worden en waarop analyses (bijvoorbeeld sterkteberekeningen) en simulaties uitgevoerd kunnen worden.

Het ontwerp wordt geheel (dus ook de elektronica) op de computer gemaakt en vervolgens gecontroleert of het voldoet aan de specificaties. Vervolgens wordt er een prototype ontwikkeld en wordt het product getest.

Het product ontwikkelproces kan als volgt worden geschematiseerd:



Trend van digitalisering

De trend van digitisering is eigenlijk begonnen in de jaren '80 waar de tekentafel vervangen werd door CAD programma's.

In het auto waren de eerste ontwikkelingen op digitaal gebied dat er een infopaneel in het dashboard kwam waarop de buitentemperatuur, brandstofverbruik en dergelijke informatie weergegeven werd. Deze trend heeft zich de laatste jaren sterk ontwikkeld en elektronica en digitale componenten zijn tegenwoordig niet meer weg te denken uit de hedendaagse auto.

Van alle ontwikkelingen die zich heden ten dagen voordoen in auto's is 90% op het gebied van elektronica.

Op motorisch gebied bijvoorbeeld is er sprake van een basismotor die aangestuurd wordt door software en waarbij de klant een aantal mogelijkheden heeft over de functionaliteiten van deze motor. Ook bijvoorbeeld in wielophangingen is deze trend waar te nemen waar ABS en ESP systemen door de klant als optionele functionaliteiten gekozen kunnen worden.

Door de digitalisering zijn er vier grote veranderingen opgetreden:

- ❖ De instellingen van de auto worden real-time afgestemd op de situatie waarin de auto zich op dat moment bevindt. Hierbij moet gedacht worden aan elektronica voor crashgedrag, zowel actieve veiligheid als passieve veiligheid. Actieve veiligheid is bijvoorbeeld bij cruisecontrol, dat de auto afremt als er een voorligger in de buurt komt. Passieve veiligheid zijn bijvoorbeeld airbags en gordelsystemen. Dergelijke systemen worden steeds intelligenter.
- ❖ De kenmerken van de auto worden door de elektronica afgestemd op de specifieke wensen van de klant.
- ❖ Toename van infotainment, communicatie en navigatiesystemen die allemaal real-time met elkaar communiceren en die aangepast moeten zijn op de omstandigheden van een (rijdende) auto.
- ❖ Door de digitalisering is de complexiteit enorm toegenomen. Een monteur kan bij een storing niet gelijk zien waar de fout zit. Hiertoe zijn on-board diagnostics systemen ontwikkeld die aangeven waar de storing zich in het systeem bevindt.

Het betrekken van gebruikers in het ontwikkelproces

De gebruiker wordt in de gebruiksfase, drie weken na aankoop van de auto aan de hand van een survey betrokken in de ontwikkeling. Eventuele specificatie-aanpassingen voor (interne) upgrades kunnen hieruit voorkomen.

In de product definitie fase wordt de gebruiker indirect betrokken doordat marketing in clinics en op autoshow's contact met de gebruiker heeft en daarin de gebruiker vertegenwoordigt in de product definitie fase.

De dealer vertegenwoordigt de gebruiker in de gebruiksfase aan de hand van de klachten en verzoeken tot reparatie.

De ontwikkelingen in de automobieliindustrie gaan zo snel dat de klant niet de kans krijgt om na te denken over wat hij wil. De klant weet niet wat er mogelijk is op het gebied van de technologie en weet ook niet wat hij wil.

Er wordt geen gebruik gemaakt van zogenaamde early prototypes die door de klant getest worden. Door wijze van het betrekken van gebruikers in het ontwikkelproces is door de digitalisering niet veranderd.

Interne en externe innovatie

Zoals reeds aangegeven, wordt er een onderscheid gemaakt tussen het ontwikkelen van nieuwe technologie (interne innovatie) en het ontwikkelen van een nieuwe (component van een) auto (externe innovatie). Een nieuwe technologie wordt pas toegepast in een nieuw product als de technologie zich bewezen heeft en uitgetest is.

Upgraden van producten

In de automobieliindustrie is het niet net als in de ICT industrie dat er nog fouten in de software zitten als het product op de markt gezet worden. Alle componenten moeten geheel uitgetest worden. Mocht er zich toch nog een fout voordoen, is het erg kostbaar om alle producten uit het veld terug te roepen om de fout op te lossen.

Er zijn drie soorten upgrades mogelijk

- ❖ Upgraden van een product in de markt: de klant kan een extra functionaliteit bijkopen die reeds in het product aanwezig is.
- ❖ Upgraden van een product in de markt op een vast interactiemoment (na bijv. 10.000 km.)
- ❖ Intern upgraden van een product om tot kwaliteitsverbeteringen of kostenreducties te komen.

Jaarlijks wordt de specificatie van een bestaand product aangepast en worden de modellen die dat jaar geproduceerd gaan worden op basis van deze nieuwe specificaties gemaakt. Dit is ook een vorm van intern upgraden.

Het doel van upgraden is het verlengen van de levensduur van het product.

Appendix F Introduction Case Study

The effect of digitalisation on the product development process

As a student of the faculty Industrial Engineering and Management Science at Eindhoven University of Technology in the Netherlands, I am performing my graduation project at the department of Quality and Reliability Engineering, supervised by Ir. S. Minderhoud and Prof. dr. ir. A.C. Brombacher.

The topic of my graduation project is product development for digital programmable products in different industries. A digital programmable product is a product in which the software can be upgraded without changing the hardware.

Opportunities

The digitalisation of the technology creates enormous opportunities for the development process of new products. Opportunities of digitalisation that can be identified are:

- ❖ *Development of products after market launch*
Because of the digitalisation of technology, the possibilities to further innovate, upgrade the (software of) products in the market have increased.
- ❖ *Internal versus External Innovation*
New products can be innovative for all kinds of persons involved. A product can be new for the innovator, who has never developed a product with some kind of technology. A product can also be completely new for the user: the user might not know what can be done with the new product. A distinction can be made between two different types of innovation:
 - External innovation: Existent products/technologies are developed and launched in new markets because of the digitalisation and the following cost reduction.
 - Internal innovation: New products/technologies are developed and launched in existent markets.
- ❖ *User involvement in the product development process*
Users can be involved in the product development process (PDP) in order to find out what the user actually expects or needs in the new product. Because of the digitalisation of products, it is possible to involve these users in an early stage of the product development process before the entire digital programmable product has been specified.

Research question

The main research question for my graduation project is as follows:

What is the effect of the digitalisation of technology on the product and service development process in different industries with regard to:

- ❖ *Further development of products/services after market launch*
- ❖ *Internal versus external innovation*
- ❖ *User involvement in the product and service development process*

A survey has been conducted at ten companies in different industries in order to answer this research question.

Case study

The next step in my research project is a case study in which the product development process of a company is mapped by making use of the MIR mapping method. This process map is analysed and a design of the characteristics of the product development process of a digital programmable product is created. In this design, special focus is placed on the three above-mentioned research fields.

The process map that will be generated in a case study contains the following components:

- ❖ The activities that are performed in the product development process
- ❖ The feedback loops between the different activities
- ❖ The input and output of all activities
- ❖ The responsibilities for the activities

Companies that participate in the case study, not only obtain a good overview of their product development process, but also get a benchmark about the characteristics and focus points of the development process of a digital programmable product.

Appendix G Questionnaire Case Study

De fasen in het product ontwikkelproces:

- Initiation
- Definition
- Design
- Realisation
- Validation
- Production

Voor elke fase in the product ontwikkelproces:

- Welke activiteiten worden er ondernomen om te komen van de input naar de output, de zogenaamde throughput?
- Wat is de input en output van elk van deze activiteiten?
- Wat voor documenten worden gebruikt of gegenereerd?
- Wat voor feedback is gegenereerd?
- Hoe wordt de gebruiker in deze activiteit betrokken?

In de gebruiksfase:

- Feedback van gebruikers:
 - Welke activiteiten worden in deze fase ondernomen om feedback van gebruikers te genereren?
 - Hoe wordt de gebruiker in deze activiteit betrokken?
 - In welke fase van het product ontwikkelproces komt deze feedback terecht?
- Upgrading:
 - Welke activiteiten worden ondernomen om een upgrade tot stand te doen komen?
 - Wat voor type upgrades zijn er te onderscheiden?
 - In welke fase van het product ontwikkelproces komt dit initiatief tot upgrading terecht?

Iteraties en mijlpalen:

- Wat voor iteratieslagen zijn te onderscheiden tussen de verschillende fasen van het product ontwikkelproces
- Wat is de reden voor elk van deze iteratieslagen?
- Welke mijlpalen kunnen in de verschillende fasen van het ontwikkelproces onderscheiden worden?

Digitalisering:

- Welke activiteiten zijn er onder druk van de digitalisering veranderd, toegevoegd of belangrijker geworden?

Appendix H Detailed Process Maps Case Study

In this appendix, the detailed process maps from the case study at the Developer of Medical Systems (1) are presented.

The appendix consists of five process:

- ❖ Definition phase (figure H.1)
- ❖ Design phase (figure H.2)
- ❖ Realisation phase (figure H.3)
- ❖ Validation phase (figure H.4)
- ❖ Production phase (figure H.5)

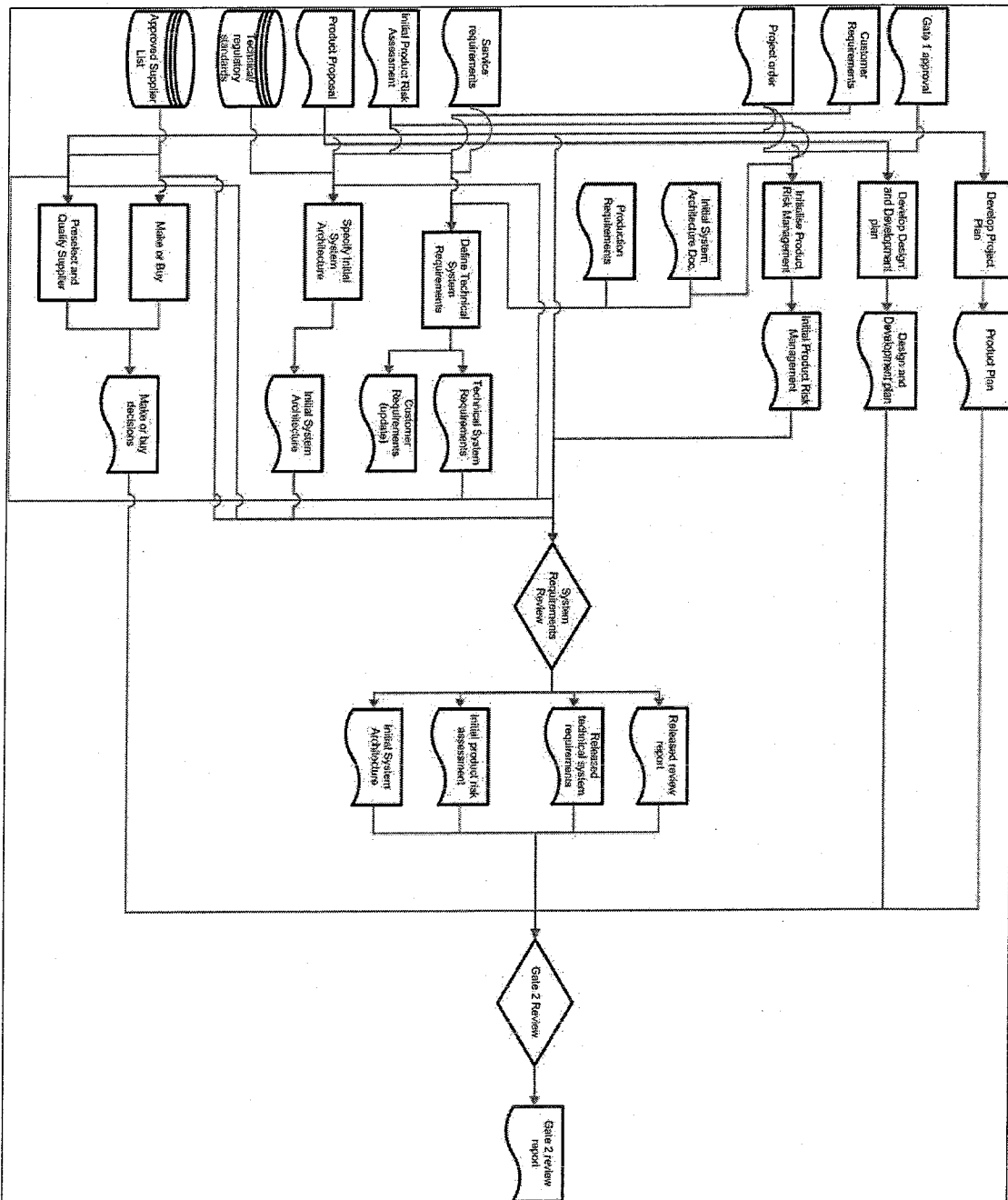


Figure H.1 Definition phase

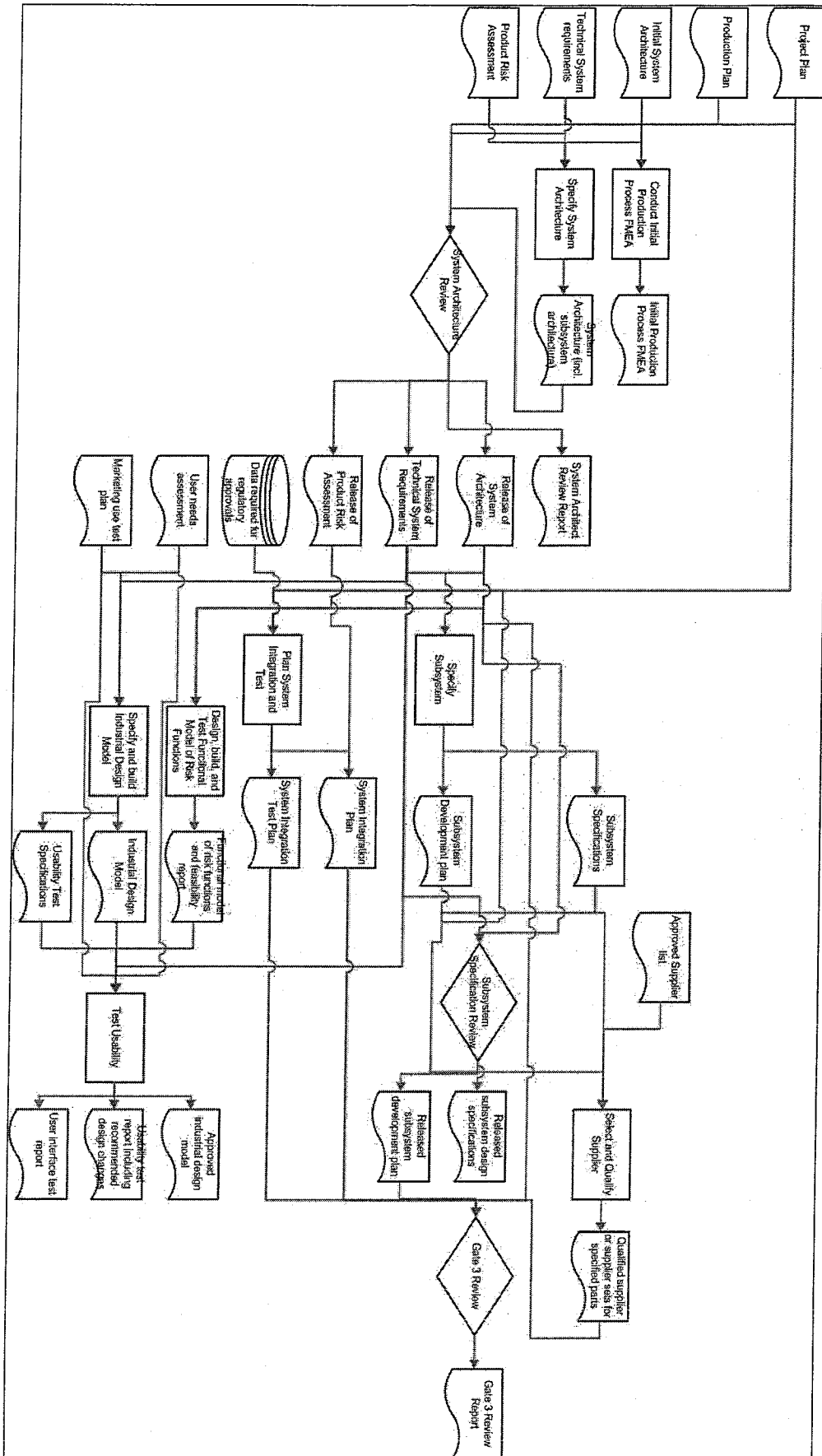


Figure H.2 Design Phase

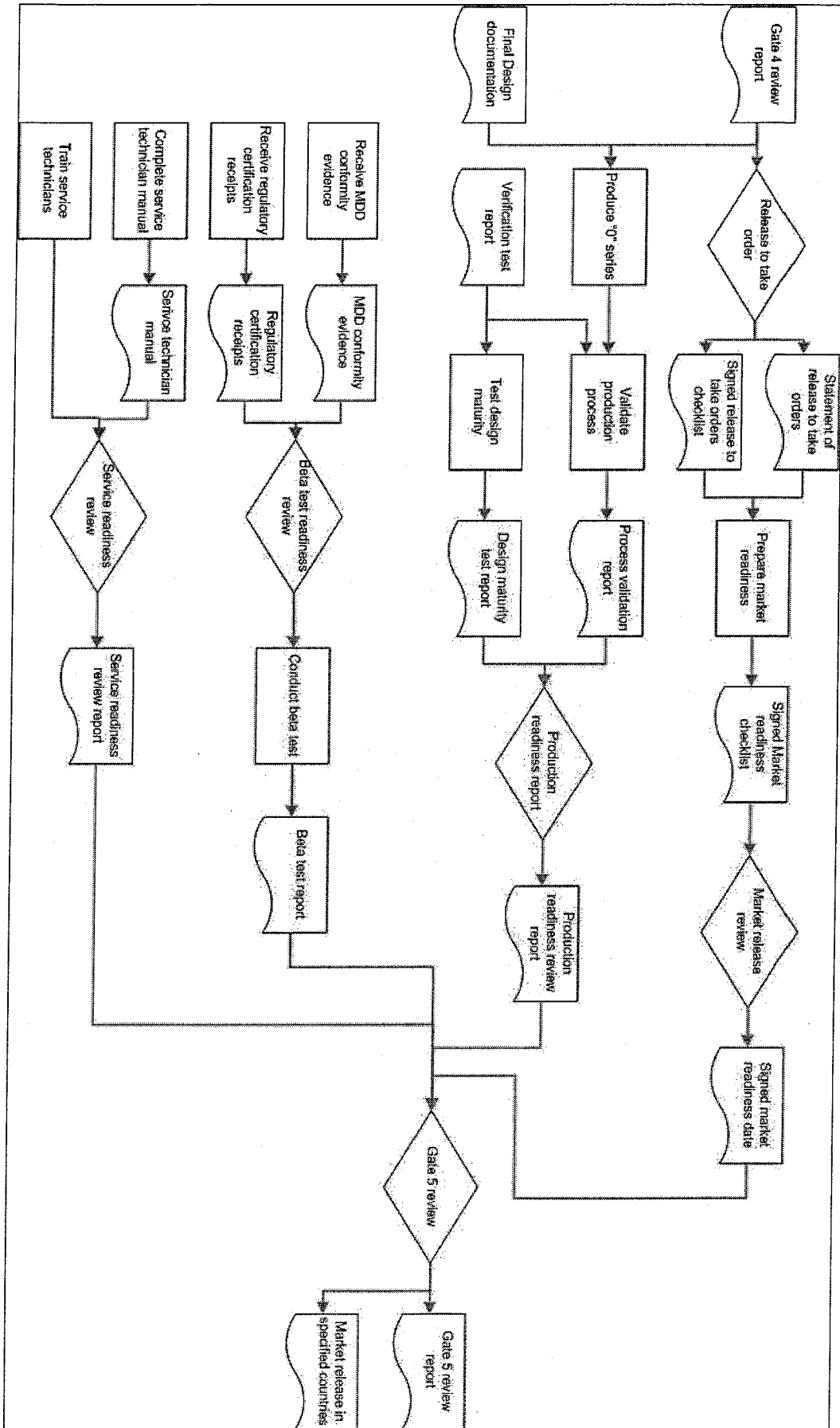


Figure H.4 Validation phase

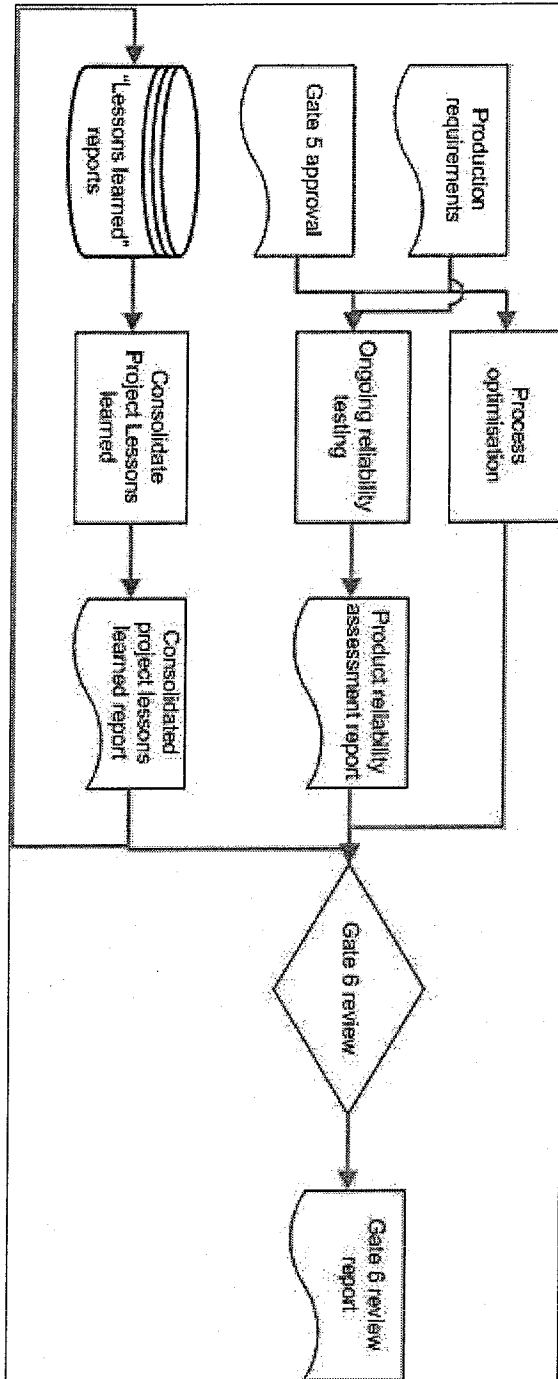


Figure H.5 Production phase