

CHALMERS



Utformning av användarmanual till och validering av miljöanalysprogrammet EcoProIT tool

- Ett miljöanalysprogram riktat till produktionsingenjörer

Kandidatarbete inom Produktionssystem

LINN HEDSTRÖM-KUOSMONEN
CHARLOTTE ISAKSSON

LINA JANSSON
JOSEFIN KARLQVIST

Institutionen för produkt och produktionsutveckling

Avdelningen för produktionssystem

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2013

Kandidatarbete/rapport nr PPUX03-13-01

KANDIDATARBETE PPUX03-13-01

Utformning av användarmanual till och validering
av miljöanalysprogrammet EcoProIT tool
- Ett miljöanalysprogram riktat till
produktionsingenjörer

Kandidatarbete vid institutionen för produkt- och produktionsutveckling

LINN HEDSTRÖM KUOSMONEN

CHARLOTTE ISAKSSON

LINA JANSSON

JOSEFIN KARLQVIST

Handledare:
Jon Andersson

Examinator:
Anders Skoogh

Institutionen för produkt- och produktionsutveckling
Avdelningen för produktionssystem
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2013

Förord

Kandidatarbetet har utförts under våren 2013 av studenter från Maskinteknik och Automation & Mechatronik.

Vi vill tacka vår handledare Jon Andersson från institutionen Produkt- och produktionsutveckling, avdelning för produktionssystem. Vi vill även tacka Sandra Mattsson från institutionen Produkt- och produktionsutveckling, avdelning för produktionssystem, Clas Andersson och Tobias Dettman samt alla testdeltagarna.

Sammanfattning

I dagens samhälle är miljöpåverkan en allt viktigare fråga och människors medvetenhet om en hållbar utveckling ökar. Detta ställer högre krav på producenter och deras produkters ekologiska fotavtryck. För att underlätta arbetet med att genomföra miljöanalyser har projektet EcoProIT startas upp. Programmet är under utveckling och framtaget för produktionsingenjörer. EcoProIT tool med hjälp av DES-program ska underlätta utvärderingen av en produkts miljöpåverkan från produktion till återvinning.

Kandidatarbetet har fokuserats på att skapa en användarmanual till EcoProIT tool för att underlätta analyserna för kommande användare. Manualen har skrivits i wiki-format på engelska och endast den del av EcoProIT tool som berör produktion har behandlats. Tre delar till manualen har utvecklats, en del som följer ett konkret exempel, *Tutorial*, en mer allmän del som kallas *User Manual* samt en del för ett första intryck, *First Impression*. Målen med manualen var att den skulle vara tydlig, den skulle vara lätt att hitta i och dess innehåll skulle vara till hjälp för användaren. För att verifiera detta har ett användbarhetstest utförts på delen *User Manual*. Testet var uppdelat i tre olika uppgifter och totalt deltog nio personer med olika erfarenheter. Utifrån testerna har problemområden identifierats och förbättringsförslag till *User Manual* genererats.

En validering har utförts på programmet EcoProIT tool för att kontrollera huruvida programmet är pålitligt eller inte. Den har genomförts genom att jämföra simulering av en verklig produktion uppritad i EcoProIT tool med samma produktions värden simulerade i Plant Simulation. Produktionen som legat till grund för valideringen är en produktionslina på Volvo Floby som tillverkar bromsskivor.

Användarmanualen som togs fram uppfyllde till viss del de mål som tagits fram. Majoriteten av testdeltagarna ansåg att det var lätt att hitta information i *User Manual*, att den var logiskt uppbyggd, att texten var tydlig och att texten hade relevans för att klara uppgiften. Användarmanualen är dock fortfarande i behov av förbättring och utveckling.

Efter utförd validering kan EcoProIT tool sammanfattas som ett program med potential men i behov av vidare utveckling. Tidsmässigt är EcoProIT tool ett effektivt program, med förbättringar av både EcoProIT tool och användarmanualen kan en produktionsingenjör i framtiden spara mycket tid genom att använda programmet.

Abstract

In today's society, the environmental impact is a growing concern and the awareness about sustainable development is increasing. This places greater demands on producers and their products' ecological footprint. EcoProIT tool is an environmental analysis program under development, designed for production engineers. The program's purpose is to facilitate the evaluation of a product's environmental impact from production to recycling.

This bachelor thesis focuses on creating a user manual for EcoProIT tool to ease the modelling and analysis for future users. The manual is written in English on a wiki webpage and only covers the part of the program that is affecting the production of the product. The objectives of the manual were that it should be distinct, information should be easy to find and its contents should be helpful for the user who does the analysis. To verify this, a usability test was performed on the manual. The test was divided into three different tasks and a total of nine people with different experiences performed the test. Based on the tests the problem areas were identified and suggestions for improvement were generated.

A validation was performed on EcoProIT tool to check whether the program is reliable or not. This was done by comparing a simulation of a real production modelled in EcoProIT tool with the same production simulated in the program Plant Simulation. The model simulated in both programs is a production line at Volvo Floby producing brake discs.

The user manual, which was developed, met the objectives in some of the aspects but not in all. The majority of test participants felt that it was easy to find information in the *User Manual*, that the manual was logically structured, that the text was distinct and that the text had relevance to the task. The conclusion is that although the feedback from the participants was good the manual is still in need of improvement and development.

Upon completion of the validation it can be summarized that EcoProIT tool is a tool with potential but in need of further development. EcoProIT tool is an effective program that is time efficient. With improvements to both EcoProIT tool and the *User Manual* a production engineer will in the future be able to save a lot of time by using the program.

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
1.1. Bakgrund	1
1.2. Syfte	2
1.3. Problemformulering	2
1.3.1. Att skapa en manual	2
1.3.2. Användbarhetstest	3
1.3.3. Validering	3
1.4. Avgränsningar	4
1.4.1. Användarmanual	4
1.4.2. Användbarhetstest	4
1.4.3. Validering	4
2. Teori	5
2.1. Miljöanalysering	5
2.1.1. LCA som miljöanalysmetod	5
2.1.2. EcoProIT tool	5
2.2. Användarmanual i wiki-format	6
2.2.1. Wiki	6
2.2.2. Manualer i allmänhet	7
2.2.3. Att skapa en lättläst text	8
2.2.4. Att skapa en lättförståelig text	8
2.2.5. Utvärderingsmetoder	13
2.3. Användbarhetstest	15
2.3.1. Planering av användbarhetstest	15
2.3.2. Användbarhetstestets mål	16
2.3.3. Subgrupper och deltagare	16
2.3.4. Uppgifterna till ett användbarhetstest	16
2.3.5. Moderatoren	17
2.3.6. Frågeformulär	18
2.3.7. Observation	20
2.3.8. Intervjuer	21
2.3.9. Analys av användbarhetstester	25
2.4. Datasamling inför analys	26
3. Metod	29
3.1. Användarmanual i wiki-format	29
3.1.1. Förståelse för programmet EcoProIT tool	29
3.1.2. Formatering	30
3.1.3. Innehåll	30
3.1.4. Kontroll	31
3.1.5. Tester	31
3.2. Användbarhetstest	31
3.2.1. Genomförande	32
3.3. Validering	35
3.4. Buggar och releaser	36
4. Resultat och analys	37
4.1. Användarmanual	37
4.1.1. User Manual	38
4.1.2. Tutorial	44
4.1.3. First Impression	45

4.1.4. LIX	46
4.2. Användbarhetstest	46
4.2.1. Testutformning.....	46
4.2.2. Uppmärksammade problem från användbarhetstest	47
4.2.3. Analys kring testdeltagarnas resultat	52
4.3. Förbättringsåtgärder.....	54
4.3.1. Förslag till lokala problem i <i>User Manual</i>	54
4.3.2. Förslag till globala problem.....	57
4.4. Validering	58
4.4.1. Modellen.....	58
4.4.2. Felkällor i valideringen	64
5. Diskussion	67
5.1. Användarmanual.....	67
5.2. Användbarhetstest	69
5.2.1. Utförande av användbarhetstesterna	69
5.2.2. Resultatet från användbarhetstesterna.....	71
5.3. Validering	72
6. Slutsats	73
7. Litteraturförteckning.....	75
Bilaga A.....	I
Konceptuell modell över produktionslina i Floby, erhållen av Andersson och Dettman.....	I
Bilaga B.....	III
Testplan.....	III
Bilaga C	V
Introduktionstext: bygga struktur.....	V
Bakgrundsfrågor: bygga struktur	VI
Uppgiftsbeskrivning: bygga struktur.....	VII
Observationsmall: bygga struktur	VIII
Intervjufrågor: bygga struktur.....	X
Introduktionstext: produkt/AutoMod	XI
Bakgrundsfrågor: produkt/AutoMod.....	XII
Uppgiftsbeskrivning: produkt/AutoMod	XIII
Observationsmall: produkt/AutoMod.....	XIV
Intervjufrågor: produkt/AutoMod	XVIII
Introduktionstext: AutoMod	XIX
Bakgrundsfrågor: AutoMod	XX
Uppgiftsbeskrivning: AutoMod	XXI
Observationsmall: AutoMod	XXII
Intervjufrågor: AutoMod	XXV
Bilaga D	XXVII
Bild på korrekt hierarkisk struktur som skulle byggas upp i gruppuppgiften samt gruppernas resultat.	XXVII
Bilaga E	XXIX
Beräknade värden till EcoProIT modell.	XXIX

1. Inledning

En produkts miljöpåverkan blir ett allt viktigare mätvärde för företag som arbetar för att förbättra sitt hållbarhetsarbete. Det ställs fler och mer strikta, miljömässiga lagkrav på en produkts produktion och livscykel. Miljöaspekten är viktig ur marknadsföringssyfte då konsumenter har blivit allt mer medvetna om miljöfrågor och produkters inverkan på miljön. Att företagen har en tydlig bild av hur deras produkters ekologiska fotavtryck ser ut är alltså av stor betydelse då det ger ett mätvärde som är konkret och en bra måttstock att arbeta utefter och försöka förbättra.[26]

1.1. Bakgrund

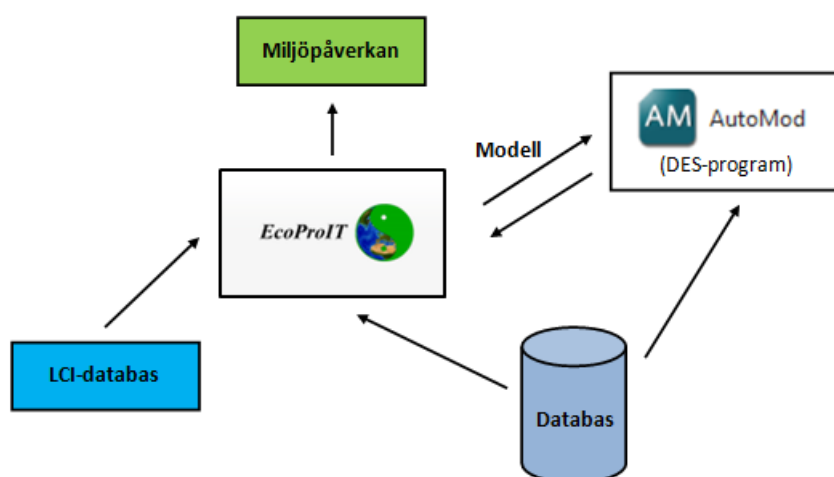
Eftersom miljöpåverkan blir ett allt viktigare mätvärde för företag finns det ett antal mjukvaruprogram under utveckling för att hjälpa produktionsingenjören att förbättra sin produkts miljöpåverkan genom att identifiera dess problemområden. Ett av dessa är EcoProIT tool som tagits fram i ett akademiskt syfte.

Den vanligaste metoden vid miljöanalyser i produktionssammanhang är i dagsläget att utföra LCA (livscykelanalys), vilket är en analys av en produkts miljöpåverkan i dess olika livssteg. En LCA medför att grova förenklingar måste göras vilket bidrar till att modellen svarar dåligt på förändringar. Det krävs även djupare kunskap inom miljöanalyser för att kunna tolka resultaten. Då många förenklingar och antaganden görs ger inte resultaten en helt tillförlitlig bild av verkligheten och det kan vara svårt att hitta var problemen finns. Mer information om LCA finns under avsnittet 2.1.1 LCA som miljöanalysmetod [1]. Det finns även ett antal miljöanalysverktyg som utnyttjar LCA-metoden tillsammans med DES (Discrete Event Simulation) och som är en simuleringsmetod för produktionsflöden där tidsaspekten även tas i beaktning. Genom att kombinera dessa två metoder blir verktygen mer anpassningsbara samt svarar bättre på förändring. Analysen blir då mer detaljerad. Nackdelen är att produktionsingenjören behöver vara mer påläst inom både simuleringar och miljöanalyser för att kunna frammana och tolka resultaten [2].

EcoProIT tool är ett mjukvaruprogram under utveckling som senare i rapporten kommer att benämnas enbart som EcoProIT tool eller programmet. EcoProIT tool är tänkt att hjälpa produktionsingenjören att modulera och koda ett DES-LCA-system på ett standardiserat sätt. Programmet ska agera som en sammankopplande länk mellan manuella beräkningar och simulering och därmed underlätta utförandet av en miljöanalys [1].

I och med EcoProIT tool behöver inte produktionsingenjören vara specialist på simuleringar för att få ut en modell som är anpassningsbar och svarar på förändringar med samma data som skulle använts i en manuell LCA. Vid utförandet av miljöanalysen bygger EcoProIT tool på en strukturerad metod med fokus på modellering och projektgenomförande, vilket medför att EcoProIT tool blir lätthanterligt och standardiserat.

Det som gör EcoProIT tool lättanvänt för produktionsingenjören är att all data som behövs för analysen finns i EcoProIT tool, bortsett från ingenjörens egna mätvärden på objektet som ska analyseras. Programmet genererar kod automatiskt som sedan införs i ett DES-program. Det är denna generering av kod samt att resultatet från simuleringen kan hämtas tillbaka till EcoProIT tool och där presenteras visuellt, i form av diagram, som gör att det är lätt att analysera. Produktionsingenjören behöver varken vara expert på miljöanalysering eller simulering. Kopplingen mellan LCI-databaser EcoProIT tool och DES-program illustreras i Figur 1 [1].



Figur 1 EcoProIT tool och anknypande program och databaser.

1.2. Syfte

Syftet med kandidatarbetet är att skapa ett hjälpmedel för att förenkla användningen av EcoProIT tool och bidra till utvecklingen av programmet genom validering och förslag på förbättringar. Hjälpmedlet ska sedan testas att det fungerar som önskat.

1.3. Problemformulering

För att förenkla användandet av EcoProIT tool behövs ett stöd för att produktionsingenjören, som ska använda programmet, lätt kan komma igång med analysen utan tidigare kompetens inom programmet. Därför valdes det att producera en användarmanual. Det var viktigt att utföra ett användbarhetstest på manualen för att verifiera dess användarvänlighet och identifiera dess brister.

Kandidatgruppen kommer även bidra till utvecklingen av EcoProIT tool genom att utföra en validering på utvalda delar av programmet. Dessutom kommer gruppen genom användning av programmet identifiera fel samt ge förbättringsförslag angående programmet. Synpunkterna kommer kontinuerligt meddelas till Jon Andersson, utvecklare av EcoProIT tool, för korrigerig.

1.3.1. Att skapa en manual

En användarmanual möjliggör ett enkelt sätt att ta fram information om programmet. Det finns även studier på att en bra manual ökar värdet för dess produkt. [7] Den manual som utvecklas ska:

- vara tydlig
- vara lätt att hitta i
- innehålla relevant information

EcoProIT tool har en wiki-sida, skapad av utvecklaren Jon Andersson, innehållande EcoProIT tools metod samt nedladdningsmöjligheter för programmet. Eftersom en wiki redan existerade samt att de kan användas som manualer bestämdes det att bygga vidare på den existerande wikin vid framtagning av manualen. Detta eftersom att det är smidigt att ha all information på en plats, informationen blir sökbar inom wikin och olika sidors relationer kan kopplas samman med hjälp av länkar. Wikin blir som ett eget uppslagsverk för EcoProIT tool. Eftersom programmet ständigt utvecklas och förbättras är wiki-formatet mycket smidigt då ändringarna är lätta att föra in och användaren får alltid den senast versionen av informationen [5] [6]. Ytterligare fördelar med att producera manualen i wiki-format mot att producera en pappersmanual är att det sparar både pengar och miljö.

Användaren för manualen ska definieras och informationen ska presenteras så att användaren utan problem förstår beskrivningarna. Manualen kommer att bestå av två delar, *User Manual* och *Tutorial*, samt skrivs på engelska för att nå en större användargrupp och vara användbar för kommande projekt. Anledning till att användarmanualen kommer att bestå av två delar är för att göra den mer anpassad till olika användningssätt. Därmed kan användaren själv välja om han eller hon söker ökad förståelse genom att använda *User Manual* eller enbart vill veta de grundläggande stegen genom att använda *Tutorial*. För att säkerställa att användarmanualens mål uppfylls samt hitta svagheter ska både formella och empiriska tester utföras.

1.3.2. Användbarhetstest

Ett användbarhetstest kommer att utvecklas för att utvärdera och hitta problemområden i manualen. Testet baseras på de mål som tagits fram för användarmanualen. Utifrån det kommer förslag på förbättringar genereras. Då manualen är i ett tidigt utvecklingsstadium kommer fokus ligga på att få fram konkreta förslag och testa de mer komplicerade delarna. En testgrupp kommer med hjälp av användarmanualen att utföra ett antal uppgifter i EcoProIT och AutoMod. Testpersonernas prestationer kommer att observeras och deras åsikter och reflektioner kommer dokumenteras och analyseras.

1.3.3. Validering

Det är viktigt att säkerställa att programmet fungerar som det ska innan ett skarpt fall analyseras. Valideringen kommer utföras genom att värden från EcoProIT tool jämförs mot utdata från Plant Simulation, samma modell kommer modelleras de båda programmen. Simuleringen i Plant Simulation och uppmätning av värdena som används i simuleringen har utförts av Clas Anderssons och Tobias Dettmans som utför sitt examensarbete på Volvo Floby, och deras produktionslina som färdigställer bromsskivor. Examensarbetet fokuserar på att använda EcoProITs metod samt att utföra en Ecolabeling samt produktionsteknisk analys av en bromsskiva på produktionslinan. Anledningen till att just den data har använts är att de från början

använt EcoProITs metod för hur ett projekt planeras vilket underlättar arbetet för senare analys i EcoProIT.

En modell av produktionslinan ska modelleras upp i EcoProIT utifrån den konceptuella skissen från Volvo Flöby. Modellen ska sedan verifieras så att den är modellerad som tänkt utifrån skissen. När det är säkerställt att modellen är korrekt modellerad kan simuleringen genomföras och utdata från EcoProIT jämföras med utdata från Anderssons och Dettmans modell i Plant Simulation samt deras energimätningar av produktionslinan. Om värdena stämmer överens mellan de båda fallen fungerar EcoProIT som tänkt. Om inte måste felkällan identifieras.

1.4. Avgränsningar

De avgränsningar projektet har stått för kan delas upp på projektets huvuddelar. Avgränsningarna för respektive del av projektet finns presenterade nedan.

1.4.1. Användarmanual

Användarmanualen behandlar enbart produktionsdelen av programmet EcoProIT. I användarmanualen utvecklas ingen hjälp för felsökning då ett fel uppstår, utan endast vägledning för hur EcoProIT används. På grund av förseningar i utvecklingen av EcoProIT har inte analyseringsdelen av programmet behandlats eller beskrivits i manualen. Däremot har kunskapen kring analysering utnyttjats vid valideringen av programmet.

Det enda DES program som behandlas i projektet är AutoMod. I AutoMod behandlas enbart de delar som behövs för att använda EcoProIT. Ytterligare studier och fördjupning inom AutoMod var inte relevant för projektet.

1.4.2. Användbarhetstest

Användarmanualen är omfattande och det fanns inte resurser att testa hela manualen. Testet har avgränsats till att bara utvärdera delar av *User Manual* då denna ansågs ha större utvecklingspotential än *Tutorial*. Vid analysen har ingen hänsyn tagits till psykologiska effekter som kan ha påverkat testpersonerna och deras resultat. Anledningen till det var att det skulle bli en alldeles för omfattande analys och projektgruppen ansåg inte att tiden fanns. De förbättringsåtgärder som genererades efter analysen av testerna kommer inte att implementeras i användarmanualen utan endast föreslås. Förbättringsförslagen behandlar enbart förbättringar till manualen och inte förbättringar i mjukvaran även om detta skulle vara möjligt.

1.4.3. Validering

I valideringen har endast en produkt validerats trots att Volvo Flöby har en omställbar produktionslina för flera produkttyper. En produkt ansågs vara tillräckligt representativt för valideringen. Den data som erhöles från examensarbetets mätningar och simulering antas vid valideringen vara korrekta och ingen hänsyn har tagits till felkällor mot den verkliga produktionslinjen. En fullständig validering kommer inte att utföras på grund av begränsade resurser. Endast tre kontrollvärden kommer att behandlas.

2. Teori

Eftersom uppgiften har tre tydliga problemområden har relevanta teorier inom dessa områden studerats. Dessutom behandlas grundläggande fakta kring EcoProIT tool. De teorier som behandlas ligger till grund för arbetet som utförts.

2.1. Miljöanalysering

Befintliga miljöanalyseringmetoder och hur EcoProIT tool används beskrivs nedan i stora drag.

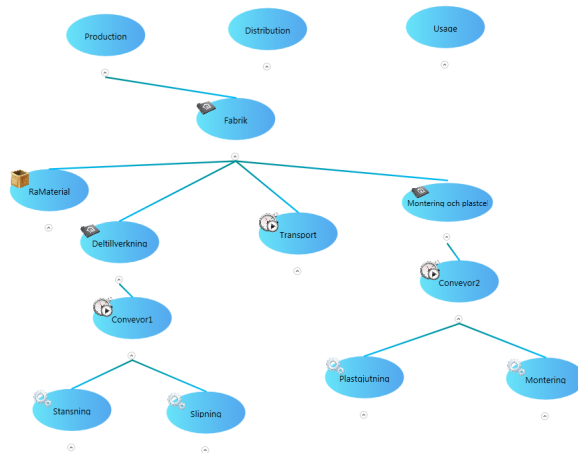
2.1.1. LCA som miljöanalyseringmetod

En LCA, som idag är den vanligaste miljöanalyseringmetoden, behöver inte täcka in alla steg för en produkt utan kan fokuseras på enskilda delar som till exempel enbart produktion eller användning. Därför är det viktigt att klargöra inom vilka ramar analysen utförs innan den påbörjas, är det enbart på produktionen, produktion samt transport eller hela vägen från tillverkning till återvinning. En LCA utförs vanligtvis manuellt i beräkningsprogram, exempelvis Microsoft Excel. Metoden bygger på användning av linjära ekvationer baserade på mätbar data från produktionen till exempel mängd utsläpp och ytbehandling. Då inte mätbar data finns att tillgå kan standardiserad data från en LCI (Life Cycle Inventory Base) användas. Data från en LCI-databas innehåller data för hur mycket energi och material som går åt för en produkt vid produktion, det vill säga allt från tillverkning av material till montering till transport och slutligen återvinning. Det är av den anledningen det är viktigt att veta inom vilka ramar en LCA utförs så att rätt data används. LCI-databasen är särskilt viktig för statistiska värden som inte går att mäta i den egna produktionen, så som transporter och råmaterialtillverkning [1].

2.1.2. EcoProIT tool

Programmet bygger på att produktionen som ska analyseras modelleras upp hierarkiskt vilket gör det visuellt lätt att se vad som använder vilka resurser. EcoProIT tool har även en LCI-databas implementerad så att det är lätt att införa statistisk data för mindre kända delar av analysen. När modellen är klar i EcoProIT tool och färdig att simuleras i valfritt DES-program genereras modellens kod automatiskt.

För att använda EcoProIT ritas en modell upp över det som ska analyseras. Modellen ritas upp med hjälp av noder som placeras ut och kopplas till varandra. Noderna representerar ett objekt, en byggnad, en maskin, buffert eller en transport. En modell kan se ut som i Figur 2. När modellen är klar förs data in i respektive nod. Produkter skapas och dess väg genom flödet ritas upp. Därefter exporteras modellen från EcoProIT tool till DES programmet. När simuleringen i DES programmet är klar hämtas resultaten från simuleringen tillbaka till EcoProIT där resultatet presenteras.



Figur 2 En hierarkisk modell av ett produktionssystem.

2.2. Användarmanual i wiki-format

Då användarmanualen ska skrivas i wiki-format har teori om både användarmanualer och wikiformatering studerats. Olika teorier jämförs med varandra och både för- och nackdelar presenteras.

2.2.1. Wiki

Det finns många termer som innehåller ordet wiki, till exempel Wikipedia och Mediawiki. Ordet wiki är gemensamt för webbplatser som tillåter användare att fritt lägga upp och redigera information för att skapa och dela kunskap via en vanlig webbläsare. Idag är det främsta användningsområdet för en wiki att fungera som en faktabas eftersom de först och främst innehåller sökbar information. Men det har med tiden utvecklats många andra användningsområden för wiki. En wiki kan till exempel användas som lärarplattform, bloggplats, användarmanual och i olika projekt [3].

Genom länkar till andra sidor inbakade i brödtexten sammanfogar en wiki samband mellan olika ämnen. Detta gör det lättare för användaren att orientera sig igenom dess fakta. Generellt granskas inte en wiki-sida innan den publiceras, många wikis är helt öppna för allmänheten, ibland behövs dock ett registrerat konto för att redigera i en wiki [4].

Mediawiki är en kostnadsfri programvara som användas till wikisökmotorer. Det är den mest kraftfulla mjukvaran som finns tillgänglig inom wikisökmotorer [5]. Programvaran skapades av bland annat Wikimedia Foundation som är organisationen som finansierar och förvaltar alla wiki-projekt [8]. Mediawiki programvaran används idag i alla projekt under Wikimedia Foundations, bland annat till Wikipedia [5]. Det finns också många utanför wikimedia som använder Mediawiki som programvara för att driva sina webbplatser.

Formatering av wiki

Ett av kännetecknen för wikis är att de är lätta att formatera och ändras direkt i en webbläsare [4]. För att formatera en wikisida används vanligtvis ett förenklat märkspråk som ibland kallas wikitext [5]. I wikitext används mycket vanlig text och det

innehåller få och enkla konventioner vilket bidrar till att den är lätt att förstå. Den enkla strukturen medför också begränsningar i jämförelse med andra språk som tillåts i en wiki, till exempel HTML, men det finns trots det fördelar. En fördel är att formateringen ger en wiki ett enhetligt utseende [4].

Wikitext är relativt enkelt att använda men trots det använder allt fler wikier WYSIWYG redigering (What You See Is What You Get) med hjälp av till exempel Java skript eller Arkive-X kontroll. Det innebär att användaren grafiskt kan skapa sin sida som sedan översätts till HTML eller wikitext. Användandet av WYSIWYG redigering stödjer inte alla funktioner som finns i wikitext vilket innebär att detta är ett steg som begränsar formateringen ytterligare. Många användare föredrar på grund av det att använda wikitext. Mediawiki visual editor är ett exempel på hur WYSIWYG används, den släpptes i december 2012 och används för redigering i Wikipedia [4].

2.2.2. Manualer i allmänhet

Det finns mycket metoder och olika sorters teori om hur text och illustrationer ska produceras till en användarmanual. Därför har fakta om områden som generell textproducering, manualer, illustrationer samt skrivande på webben behandlats. Mycket av det som de olika källorna tar upp går hand i hand men det finns även skillnader. Detta sammanfattas och redovisas i texterna nedan. Fakta om att skriva på webben har även studerats och jämförts med fakta om hur en manual utformas.

Det första steget när en användarmanual ska skapas är att få ner informationen på papper för att senare bygga upp en bra struktur på texten. För att kunna avgöra om texten har en bra struktur bör den analyseras utifrån dessa frågeställningar [9]:

- Om människor faktiskt läser det som är skrivet.
- Om de förstår texten.
- Om de håller med om det som står.
- Om de kommer ihåg innehållet.

Det är viktigt att noggrant välja ut vad som ska vara med och vad som inte ska vara med i en manual eftersom den ska innehålla precis så mycket information användaren behöver. Fokus ska enbart ligga på det som användaren behöver veta och inte på det som är tänkvärt eller kul för användaren att läsa.

Användare

Innan en manual utformas är det viktigt att analysera och definiera vem som ska använda manualen. Detta för att på ett bättre sätt förstå vad användaren kommer att behöva för information och vad som kan förväntas att användaren redan har kunskap om.

För en användare är det viktigt att känna av att framsteg uppnås med hjälp av manualen och att användandet av den effektiviserar arbetet. En av anledningarna till att en manual måste anpassas väl efter användaren är att användaren inte ska känna sig dum när manualen används. Om användaren känner sig överkörd när de använder manualen

kommer självförtroendet troligen avta och det blir svårt att uppnå det mål som manualen ska hjälpa till att nå [7].

När en manual används finns det vissa gemensamma nämnare oberoende av om användaren är nybörjare eller expert inom området. Användaren hoppar in i och ut ur manualen på många olika platser vilket gör att manualen måste vara förståelig även om användaren hoppar in i mitten av den. Uppmärksamheten på manualen från användaren är kort och mycket information tas in på kort tid. Därför är det viktigt att användaren får precis den information som behövs. Om omgivningsfaktorer påverkar användaren kan det bli svårare att både hitta och ta in informationen.

När en manual används är det i de allra flesta fall inte för att användaren tycker att det är roligt att läsa utan som hjälp för att uppnå ett mål. Därför vill användaren inte lägga för mycket tid eller kraft på att läsa i en manual. Människor använder i allmänhet endast manualer om det inte finns någon de kan fråga och om de anser att resultatet av användandet av manualen uppfyller eller överträffar ansträngningen av att använda den. Då manualer används läser användaren helst så lite som möjligt. Det är viktigt att uppmärksamma att en manual ofta används parallellt med att en annan uppgift löses, vilket tar fokus från manualen och gör det svårare att förstå dess innebörd [7].

2.2.3. Att skapa en lättläst text

Oavsett vilken typ av text som skrivs är det viktigt att texten är riktad mot rätt målgrupp, har ett korrekt språkbruk samt innehåller relevant information. Första steget när en användare öppnar en manual är att han eller hon faktiskt börja läsa i manualen, därför ska texten vara mycket kortfattat för att inte kännas betungande för läsaren [9]. Etter och Robinson [7] pekar på att manualer inte ska skrivas som romaner. Med detta menar de att en manual inte ska bestå av skönlitterär text som läses som underhållning. En manual är till för att skummas igenom och endast vissa utvalda delar läses uppmärksam. Därför är det viktigt att den relevanta informationen är lätt att hitta för att den ska läsas överhuvudtaget [7].

För att göra manualen lättläst för användaren är det fördelaktigt att ge ledtrådar om var önskad information kan hittas. Ledtrådarna kan vara i form av en innehållsförteckning, rubriker och underrubriker, introduktioner innan olika sektioner eller numrering på olika steg [7]. Att reducera mängden text i en manual gör det lättare att börja använda den. De flesta texter innehåller onödig text som inte bidrar till manualens poäng och nästan alla dokument kan kortas med ca 25% [9]. För att reducera text kan bilder, figurer eller tabeller användas som beskrivning istället för ren text. Det är även bra att skapa korta meningar och listor och enligt Etter och Robinson [7] är detta ett av de mest värdefulla verktygen för att lägga fram text på ett lättläst och lättöverskådligt sätt [7].

2.2.4. Att skapa en lättförståelig text

För att en manuals upplägg ska bli överskådlig innehållsmässigt kan olika metoder användas. I tryckt material är det oftast lämpligast att tillämpa kronologisk ordning i informationsmaterialet eftersom det är tänkt att läsas i en viss ordning från första till sista sidan. Detta eftersom läsaren har begränsade möjligheter att förflytta sig snabbt mellan sidor som har sammankopplade information. Denna begränsning finns vanligen

inte i digitala medier där strukturen kan vara betydligt mer komplicerad och därmed i behov av ett navigationssystem. För interaktiva medier finns ett antal grundläggande sätt att strukturera innehållet [10].

Den vanligaste strukturen idag är hierarkisk struktur där innehållet sorteras från det generella till det specifika, vilket gör det lättare för läsaren att förstå innehållet. Då denna struktur används är det viktigt att utgå från läsarens intentioner vilket kan vara svårt om målgruppen är väldigt divergent och besöker webbsidan med olika intentioner. Det är också viktigt att inte låta strukturen växa för mycket på djupet, fyra nivåer bör räcka så att all information från startsidan kan nås på max tre klick. Det kan ofta vara en bra idé att vid stora webbplatser skapa sajt kartor som hjälpmedel [10].

Andra strukturer som används är tematiskt struktur där innehållet sorteras efter teman utan det hierarkiska djupet. Detta lämpar sig för mindre informationsmängder som redan är specifika. Kronologisk struktur kan användas även i digitala medier fast då utnyttjas inte mediets möjligheter. Det kan vara nödvändigt att tillämpas om användaren behöver ledas steg för steg genom ett informationsmaterial. Den sista av de vanligaste strukturerna är associativ struktur. Här binds sidorna samman där det verkar lämpligt utan en övergripande struktur vilket först kan upplevas som störigt och ostrukturerat. Fördelar med detta sätt att strukturera är att det ger användaren stor frihet att själv navigera medan nackdelarna är innehållet blir svårorienterat och användaren har svårt att se om denne har tagit del av allt innehåll. Därför behöver dessa typer av webbplatser någon form av sökfunktion för att fungera väl. Denna typ av struktur lämpar sig och är vanliga inom datorspel där det faktum att användaren själv måste hålla koll på vad han har gjort i spelet blir en del av svårigheten [10].

För att göra en text lättare att förstå kan ett bra sätt vara att använda exempel. När exempel tillämpas ska det vara tydliga, bekanta för läsaren och gärna fantasifulla [9]. Allwood menar i boken Människa-datorinteraktion att manualer i allmänhet ska innehålla gott om fullständiga exempel på hur man med produktens hjälp utför olika realistiska uppgifter från början till slut. Det är bra om författaren kan förutse olika variationer av uppgifter så att möjliga lösningar kan presenteras i anknytning till exemplet [11].

Det är viktigt att inte använda flera typer av termer för samma koncept i en manual då det kan leda till onödigt förvirring eller i värsta fall förväxling. Om det finns flera ord med samma betydelse ska ett ord väljas och sedan användas konsekvent [9].

Att använda sig av ämnesmeningar i början av varje sektion samt att hålla meningslängden kort bidrar till att läsaren snabbt förstår innehållet. Detta eftersom långa meningar försvårar läsandet. En bra tumregel är att meningslängden sällan bör överstiga 20 ord. Om behovet för längre meningar fortfarande finns bör dessa ha en lätt meningsuppbyggnad [9]. För att göra varje mening mer lättförståelig kan de verb som är viktiga göras extra synliga, till exempel genom att sätta verben först i meningen [7].

När webben används som distributionskanal har inte avsändaren samma kontroll över hur informationen kommer se ut för mottagaren, därför blir det extra viktigt att texten

är lättförståelig. Målgruppsanalysen blir därför viktigare så att webbsidan kan anpassas till deras tekniska begränsningar på ett så effektivt sätt som möjligt. Detta i sin tur leder till att formgivaren får tydliga ramar och begränsningar att jobba efter. Viktigast är att lista ut målgruppens syfte med användandet. Vilka funktioner använder de mest, vad är de intresserade av, vad har de för förkunskaper om informationsinnehållet i texten. Endast genom att känna till detta kan en struktur som är anpassad för användaren skapas [10]. Navigeringen till en webbsida kan ske på olika sätt. Läsaren kan ha använt sig av en sökmotor, en direkt adress till sidan eller navigerat sig vidare från en annan webbplats. För att sammanhanget på en webbsida ska vara lätt att förstå, även om läsaren inte först besökt webbplatsens startsida, krävs att varje sida är gård för att förstå var och en för sig. Om en sida inte är förklarande i sig är det bra om det finns en hänvisning eller att sidan länkas till de förklarande sidorna inom ämnet [12].

Design

När en manual designas finns ett enda specifikt syfte, att användaren ska erhålla den information som behövs. Det är det absolut viktigaste och allt annat är av lägre vikt. Om den tänkta designen inte medverkar till att göra manualen mer lättläst ska den inte vara med [7]. Beroende på syftet bör det grafiska uttrycket se olika ut. Om syftet är att informera bör formgivningen vara välstrukturerad och typografin bör eftersträva god läsbarhet. Disposition och layout ska underlätta för läsaren att ta till sig det viktiga i materialet [10]. Designen på en manual ska enligt Etter och Robinson [7] vara enkel och konsekvent. Den ska i bästa fall vara så enkel att den inte märks alls och den får inte ta någon uppmärksamhet från manualens själv [7]. Om syftet däremot vill väcka uppmärksamhet och kommunicera en känsla till målgruppen kan den grafiske formgivaren ta ut svängarna och vara betydligt mer frikostig. Djärvhet i färg-, tecken- och bildval kan användas för att anknyta till läsaren på det emotionella planet [10].

Att manualen är konsekvent i sin design är också viktigt eftersom det ger användaren riktlinjer om vad som har samma relevans och vilken information som hänger ihop. Om det finns flera författare till en manual är det därför viktigt att alla har samma mall för hur manualen ska vara designad. Manualen måste vara designad så att informationen är tillgänglig för användaren. Informationen måste vara lätt att hitta, den måste se lättläst ut och den måste vara fysiskt lätt att använda. En inbjudande layout för användaren innehåller blanksteg som får texten att se luftig ut. Det vita utrymmet hjälper till att gruppera den information som hänger ihop och ger användarens ögon en chans att vila [7].

Relevanta och förklarande rubriker

För att ytterligare locka läsaren ska rubriker och titlar användas [9]. Rubriker är också ett bra sätt att tidigt förklara för läsaren vad en text handlar om, så läsaren inte läser mer text än nödvändigt [12]. Över hur rubrikerna ska vara uppbyggda finns en oklarhet mellan källorna. Rubrikerna ska helst vara spännande, lockande och korta [9]. Däremot funkar det inte med korta och fyndiga rubriker på webben där det är mer lämpligt att ha längre och mer beskrivande rubriker som gör texten mer sökbar [12].

Det viktigaste visuellt synbara verktyget för strukturering av text är rubriker. Rubrikens syfte är att ge läsaren en tydlig ingång till texten samt ge en föraning om vad texten

kommer handla om. Därför är det viktigt att rubrikerna är utformade på ett bra sätt. Det är vanligt att de sedan ordnas i olika rubriknivåer, tre rubriknivåer är oftast tillräckligt, som oftast separeras genom olika storlekar. Generellt gäller att de viktigaste och mest omfattande rubrikerna har störst textstorlek, är skriven i fetstil och innehåller enbart versaler. Första underrubriken har något mindre textstorlek, och är en blandning av versaler och gemener [9] [12]. Även här spelar storleksvalen av nivåerna roll för vilket intryck formgivningen ger. Att använda sig av gyllene snittets proportionsförhållande ger ett klassiskt och harmoniskt intryck medan stora kontraster i rubriksättningen skapar ett mer dramatiskt och livligt intryck. Det ska inte finnas en tvekan om var rubriken börjar och slutar genom att den bör ha en så kraftfull kontrast mot övrig text. Att använda enbart versaler är ett sätt att markera rubriken ytterligare eller ett sätt att variera sin text. Detta knep fungerar på kortare rubriker men om rubriken är längre än tre till fyra ord så försämras läsbarheten avsevärt [10].

Typografi

Typografi är ett område som har mängder med regler och rekommendationer, men dess huvudfunktion är att klä det verbala med en visuell skepnad. För att förstå vikten av att välja rätt teckensnitt och hur den placeras så måste läsprocessen först förstås. En normalt läskunnig person läser inte en text bokstav för bokstav utan skannar av ett par ord i taget och låter ögat stanna upp ett par gånger vid ett antal fixeringspunkter. Eftersom orden därmed blir objekt och bilder ska ett läsvänligt teckensnitt skapa en tydlig ordbild som hjälper läsaren identifiera ordet. Ordbilden består av flera olika delar: ordets yttre form, formen i respektive tecken och formen mellan de olika tecknen, ordbilden påverkas alltså av val av typsnitt och inte tvärt om [10].

Övrig text som är av särskild vikt kan formateras med typografiska förstärkningar så som kursiv, understruken eller fet stil. Alternativt kan den framhävas genom att använda en inramning eller en utstickande färg [7]. Alla förstärkningstyper har sina för- och nackdelar men generellt för de alla är att de inte ska överanvändas eftersom inget då upplevs som speciellt viktigt [10]. Understrykningar ska dock inte användas för att förtydliga eller förenkla förståelsen, om behovet för understrykningar finns är meningen bristfälligt konstruerad och bör skrivas om [9].

Layout

Vid layout är det bra att ha kunskap om perception, läran om hur människan uppfattar bild och form. Inom perception finns ett antal gestaltungs-lagar som kan vara till nytta för att strukturera sitt material.

- Närhetens lag - Människan parar gärna ihop saker och ting i grupperingar. Objekt som därmed ligger nära varandra tenderar att uppfattas som att de hör ihop.
- Likhetens lag - Om objekt påminner om varandra i färg, form eller struktur uppfattas de som grupperingar samt att de hör ihop.
- Slutenshetens lag - Om ett eller flera objekt omger sig med någon form av ram uppfattas de som om det inneslutna hör ihop. Exempel är faktarutor eller annan parallelltext.

Layout är det fysiska arbetet med att placera ut text, bilder och andra grafiska objekt på den bestämda ytan. I en bok eller en tidskrift är det tydligt vilka ytor som är definierade att arbeta med. Det är lätt att justera marginalerna så att de hjälper till att framhäva samt balansera upp den text och bild som placerats på satsytan. Marginalerna anpassa efter vilken typ av produkt samt hur den sätts ihop men detta är svårare att ta hänsyn till då text och bild ska publiceras på nätet [10].

Bildplacering i en layout är av yttersta vikt oavsett publiceringsforum eftersom de har ett högt observationsvärde och utgör en dominant del av helhetsintrycket. En bild är oftast det första man ser, så det är viktigt att få läsaren att naturligt hitta in i texten från bilden, därför är det viktigt att bildplaceringen inte bryter läsordningen. Vid bildplacering bör hänsyn till bildens egen riktning tas eftersom även den hjälper till att styra hur läsaren rör blicken över sidan. Beroende på ur vilken vinkel bilden är tagen så passar den olika bra upptill eller nertill i layouten. Bildplacering har alltså stor effekt för layouten och bidrar till om formgivningen uppfattas som livlig och dramatisk eller lugn och harmoniskt. Dock ska stor försiktighet vidtas vid båda fallen då det är lätt att störa både läsritm och ge layouten ett obalanserat intryck vid felplacerade bilder och därmed ta bort alla fördelar de bidrar med [10].

Layout på webben

Samma riktlinjer för att skapa god grafisk form gäller för skärmvisning som för tryck. Dock finns de ett antal situationer då dessa riktlinjer måste modifieras för att passa skärmmediet [10].

En svårighet med att skriva på webben är ovissheten om hur läsarens skärm ser ut. Om skärmsidan är utformad för en stor skärm kan det vara svårt för läsaren att få en överblick över sidan på en liten skärm. Att läsa på ljusstarka skärmar är mer ansträngande för ögonen än att läsa text i till exempel en bok eller tidning vilket gör att kraven på att texten är lättläst blir ännu högre. Det medför att många människor enbart skummar igenom text på en skärm istället för att läsa texten från början till slut. Layouten på en webbplats kan variera mycket med olika färger, bilder och textdesign. Dessa faktorer påverkar hur läsaren uppfattar sidan och hur lättläst den ser ut [12].

Strukturen på webbsidan ska vara lättöverskådlig, vilket betyder att texten ska se luftig och lättläst ut. Det är bra om textens stycken är tydligt separerade från varandra och att varje stycke inte innehåller för mycket text. Det ideala stycket på webben är inte mer än två, tre meningar. Mellanrubriker gör en text mer överskådlig och det blir lättare att veta om texten under rubriken är intressant. En mellanrubrik efter vartannat eller var tredje stycke är bra för att få struktur på texten, alternativt att skilja textstyckena med punktlistor eller bilder. Punktlistor är mycket bra att använda på webben eftersom de dels är lättare att läsa, än listor separerade med kommatecken, och dels för att de drar till sig uppmärksamhet och sticker ut från en vanlig text. En webbsida har sällan dåligt platsutrymme vilket möjliggör luftig struktur [12].

Bra typografi för skärm skiljer sig från god typografi i tryck menar Petterson [10]. Huvudanledningen till detta är att en skärmupplösning är ungefär hälften så hög som i en vanlig dagstidning. På grund av den dåliga upplösningen så klara en skärm inte av ett

teckensnitt med många fina detaljer vilket antikvorer har. Det är antikvorernas varierande linjetjocklekar och spetsiga seriffer som bildar tydliga textrader vilket gör texten mer lättläst i trycktformat men gör texten väldigt otydlig när den visas på skärm. Det är därför som sanserifteckensnitt är bättre lämpade för skärmvisning dock så har detta teckensnitt fortfarande samma nackdelar som i tryckskrift vilket är att det gör långa texter svårläsliga. Eftersom typografer har känt till problemen som skärmars dåliga upplösning bidrar med har teckensnitt som är uppbyggda på pixlar kunnat byggas upp. Pixlarna gör att teckensnitten blir så tydliga som möjligt för en skärm och det mest använda teckensnittet för en skärm är Verdana [10].

2.2.5. Utvärderingsmetoder

När texten skrivs bör författaren se på texten som om denne vore läsaren, i och med detta kan texten ändras och bli mer lättförstådd i jämförelse med det första utkastet. Genom att utföra detta ett flertal gånger, använda olika metoder för att mäta texten och sedan redigera texten blir texten mer lättläst. Detta arbete är mycket viktigt och bör ta hälften av skrivandets tid så att varje enskild detalj kan granskas och förbättras [9].

Texten som produceras bör kontinuerligt utvärderas och det finns två typer av utvärderingsmetoder: formella ibland kallade algoritmiska samt empiriska. Båda metoderna är nödvändiga i samband med utveckling av manualen och den ena kan inte ersätta den andra. Oavsett utvärderingsmetod så är det viktigt att tillämpa en fortlöpande utvärdering där manualen i flera omgångar testas för att tillgå så många reaktioner från användare och läsare som möjligt. Detta är nödvändigt för att lyckas producera en användbar manual och Allwood hävdar att det dokumentutvecklaren överskattar sin förmåga om han tror att enbart en utvärderingsomgång är nödvändig. Utvecklingen av manualen bör inte sluta när systemet väl är i drift eftersom nya användargrupper kan tillkomma med nya krav på manualen. Det ska vara enkelt för användarna att göra sina synpunkter och önskemål kring manualen hörda [11].

Formell Utvärdering

Formella utvärderingsmetoder tillämpas direkt på texten och kommer i allmänhet inte ge resultat som är speciellt relevanta för enskilda användarkategorier utan gäller generellt. Fördelarna är att de tar kort tid att genomföra och är därmed billiga metoder att använda, mycket på grund av de låter sig datoriseras. Det finns ett flertal olika formella utvärderingsmetoder varav ett välkänt och vanligt förekommande är LIX (Läsbarhetsindex) [11]. Forskare har med olika metoder försökt mäta hur svårt det är att läsa olika texter och kommit fram till att det finns ett antal faktorer som påverkar läsbarheten. Dessa är meningslängd, antal bisatser, ordens längd samt ordens vanlighet men det har även framkommit att läsarens bakgrundskunskaper, intresse, motivation och individuella läskompetens spelar roll. LIX togs fram av pedagogik forskaren Carl-Hugo Björnsson och är ett sätt att beräkna en texts komplexitet [13]. LIX talet beräknas genom ett system där antalet långa ord och meningar viktas mot antalet ord i hela texten enligt följande formel som förstås som antal ord per mening, adderat med procentdelen av långa ord i texten [14].

$$LIX = Lm + Lo \quad (1)$$

Genomsnittlig meningslängd:

$$Lm = \frac{o}{M} \quad (2)$$

Andel långa ord:

$$Lo = \frac{L}{o} \times 100 \quad (3)$$

Tabell 1 Förklaring av termer i LIX beräkningen.

Benämning	Förklaring
O	Antal ord
L	Antal ord längre än sex bokstäver
M	Antal meningar

Resultat av LIX beräkningen förstås bäst genom att relatera resultatet av en LIX mätning till resultat av tidigare LIX mätningar. Genom att jämföra LIX-mätningar från liknande typer av texter har riktlinjer för vad en texttyp bör ha för LIX-värde tagits fram. Följande mall har tagits fram som riktlinjestal för hur komplicerad en text är [14].

Tabell 2 Tolkningstabell av LIX nummer

Tolkning	
< 30	Mycket lättläst, barnböcker
30 - 40	Lättläst, skönlitteratur, populärtidningar
40 - 50	Medelsvår, normal tidningstext
50 - 60	Svår, normalt värde för officiella texter
> 60	Mycket svår, byråkratsvenska

Empirisk utvärdering

Empiriska utvärderingsmetoder innebär att texten provas på olika kategorier av läsare, där det är viktigast att testa på den tilltänkte användargruppen. De resurser som läggs ner på empiriska utvärderingar ger tillbaka dokument med betydligt högre grad av användbarhet mot vad som annars skulle erhållits. Det är i många sammanhang inte realistiskt att sträva efter slumpmässigt urval av testpersoner utan är oftast frågan om att handplocka användarrepresentanter. Detta minskar inte värdet av utprovningen på ett avgörande sätt eftersom det inte är strikt vetenskapliga slutsatser som söks utan en ökad förståelse för hur ett bättre dokument blir producerat menar Allwood. Antalet användare som bör delta i utvärderingen sätts utefter tillgängliga resurser oftast i form av tid och pengar. Den enda allmänna regel som finns är att det är bättre att utvärdera ett mindre antal deltagare än att inte utföra någon empirisk studie alls, eftersom ett litet antal användare ger väldigt mycket nyttig information. Ytterligare tillskott av deltagare ger inte alltid utdelning som är värt besväret [11].

Det finns ett flertal olika empiriska utvärderingsmetoder som med fördel kan ingå som olika delmoment i samma utvärderingar. Två metoder som lätt kan genomföras med många deltagare vid samma tillfälle är skalor samt anteckningar i text och frågor. Vid användning av skalor ska användaren skatta textens egenskaper på angivna skalor. Skalorna läggs efter varje avsnitt, stycke eller sida beroende på önskad utvärdering och kan gälla hur svår läsaren uppfattar texten eller hur användbart innehållet är. Vid samma tillfälle som deltagaren läser en text för utvärdera på en skala kan denne tillbes att markera de uttryck satser eller avsnitt som uppfattas svårbegripliga eller av andra skäl anses bör förändras. Efter varje stycke kan även tomrum lämnas där användaren uppmanas att skriva ned frågor som uppstått. Det finns nämligen studier på att flera olika användare ofta ställer samma fråga [11].

Metoder som ger upphov till mer och i allmänhet mycket värdefull data och därför oftast genomförs med färre deltagare är tänka-högt data, prestationstest samt synpunkter från experter. Vid tänka-högt-utvärdering så ombeds läsaren att verbalisera sina tankar som dyker upp högt efter hand som texten läses. Denna procedur kan bandas för senare analys och metoden är ett användbart sätt att få inblick i läsarens förståelseprocess. Ett annat sätt att testa förståelsen är att utföra ett prestationstest där användaren får lösa ett antal datoruppgifter med manualen tillgänglig. De svårigheter som dyker upp under testet ger anvisningar om vad som behöver ändras i manualen samt vilken typ av sökord och register som kan hjälpa användaren. Slutligen kan manualen testas genom att låta olika typer av experter läsa igenom och kommentera på texten [11].

2.3. Användbarhetstest

För en produkt under utveckling kan det vara nyttigt att utföra ett användbarhetstest. Detta både på den färdiga produkten men även på mer eller mindre utvecklade prototyper. Användbarhetstestet är en experimentell metod där ett antal testpersoner får utföra en eller flera relevanta och realistiska uppgifter samtidigt som de interagerar med produkten. Metoden bör användas om det önskas fås en övergripande förståelse och undersöka en viss teori i sitt sammanhang. Den är lämplig om förståelsen för varför en process fungerar som den gör eller varför ett fenomen uppkommer är liten. Metoden kan även vara lämplig om erfarenheten för hur individers inverkan påverkar sammanhanget eller om teorin och forskningen kring ämnet är i ett tidigt utvecklingsstadium. Om det däremot finns en stor förståelse inom området och ämnet anses ha mognat, om välutvecklade prototyper redan existerar, om förståelsen kring varför och hur ett särskilt fenomen uppträder inte är intressant relevant är det lämpligare att använda en annan metod än denna. Det kan även vara lämpligt att använda en annan metod om förståelsen för sammanhanget tillika erfarenheten av individers upptränande inte är relevant [15].

2.3.1. Planering av användbarhetstest

Som första steg när ett användbarhetstest utförs är det bra att ha ett planeringsmöte med testets organisatörer. Vid detta möte bör bland annat punkter såsom testets mål, hur produkten ska testas, vilka som ska utföra testet och med vilken metod den resulterande data ska tas till vara. En testplan bör designas där följande punkter bör finnas med:

- Produktens mål
- Användbarhetstestetets mål
- Produktens status
- Nuvarande problem
- Nya egenskaper hos produkten
- Användarprofiler
- Subgrupp, expert
- Subgrupp, nybörjare
- Frågor att ställa deltagarna
- Scenarion
- Mätvärden för resultat
- Datum för deadlines och tester

[16]

En testplan är ett utkast över testet och ska fungera som grund till utformningen av det. Alla delmoment av testet ska finnas med i planen. Planen ska fungera som en kommunikationscentral men också som ett schema med milstolpar [17].

2.3.2. Användbarhetstestetets mål

Det mest fundamentala i utvecklingen av ett användbarhetstest är att sätta upp tydliga mål över vad testet önskas ge för resultat. De tre främsta anledningarna till att vilja utföra ett användbarhetstest är:

- Att undersöka en ny produkt och till vilken grad användarna förstår dess syfte och hur den ska användas.
- Då projektgruppens åsikter skiljer sig åt i en särskild fråga och utomstående upplevelser kan vara till hjälp i att fatta ett beslut.
- Ny information har tillkommit om att en särskild del av produkten orsakar problem för användarna.

[16]

2.3.3. Subgrupper och deltagare

De personer som utför testet bör tillhöra en så kallad subgrupp vars bakgrund, utbildning, yrke, ålder eller andra faktorer matchar den tänkta målgruppens. För användbarhetstester till programvara kan några av de karaktäristiska egenskaperna hos testpersonerna bland annat vara datorvana, tekniska färdigheter och områdesspecifik kunskap [16]. Så länge alla deltagare tillhör samma subgrupp behövs det inte mer än fem personer vid ett test. Om det däremot finns tid för till exempel tio deltagare är det möjligt att urskilja två eller tre subgrupper bland alla deltagare [16].

Det kan vara aktuellt att dela in subgrupperna i till exempel experter och nybörjare. Detta bör göras genom att deltagarna får svara på frågor om sina erfarenheter och att projektgruppen sedan delar in dem i dessa grupper istället för att deltagarna själva ska välja en kategori som de tycker passar bäst. Detta beror på att deras definition av kategorierna kan skilja mycket från person till person [16].

Allmänt gäller att ca 10 % av deltagarna inte kommer att dyka upp. För att undvika att testerna blir lidande av detta är det klokt att boka in en eller två extrapersoner [16].

2.3.4. Uppgifterna till ett användbarhetstest

Vid utformning av uppgifterna till användbarhetstestet är det viktigt att veta vad med produkten som ska testas. De uppgifter som utförs är en viktig del till att målen med testen uppnås.

När uppgifterna ska skapas är det viktigt att de skrivs med ett språk som passar användaren snarare än produkten och den ska passa in i testpersonens egen värld. Själva uppgiften ska vara kort och formuleras som ett mål att uppnå snarare än en lista med deluppgifter som ska bockas av. Överflödiga detaljer bör undvikas. De nyckelord som används i uppgiften ska inte vara samma som de som nämns i produkten, detta för att undvika att leda in testpersonen på rätt spår [17].

2.3.5. Moderatoren

Moderatorn är den person som interagera med testdeltagaren och personen bör vara bra på att läsa av och hantera människor. Moderatorns agerade gentemot testdelatagarna under testets gång spelar stor roll för hur väl testet lyckas. Det är en viktig och utmanande roll då moderatoren måste vara opartisk gentemot produkten som ska testas och se till att inte heller färga testdeltagarens åsikter, något som kan vara svårt då moderatoren sedan tidigare kan ha en relation till produkten. Moderatoren måste också vara öppen, personlig och aktiv under alla tester, vilket är något som kan vara ansträngande och tröttsamt. En bra moderator måste också förstå grunderna med användbarhetstest. Det är viktigt att förstå målet med testet och varför, vilken och hur data ska samlas in. Att kunna interagera väl med testdeltagarna genom att hälsa dem välkomna, förklara syftet med studien, introducera testet och guida när de behöver hjälp samt få dem känna sig trygga är moment som gör en bra moderator och som är vitala för att få ut ett bra testresultat. Det är också viktigt att moderatoren ger alla deltagare samma information och försöker behandla dem så likt som möjligt [18] [16].

Under användbarhetstestets gång har moderatoren flera roller. Moderatoren är dels värd och har en välkomnande och gästvänlig roll som ska få testpersonen att känna sig trygg men han/hon ska även agera ledare och förbereda testdeltagaren för testet och se till att denne fyller i önskade papper innan testet startar. Under testet ska moderatoren se till att testet går så smidigt som möjligt och vägleda deltagarna genom testet och assistera dem om de behöver hjälp. Moderatoren har också en roll som en neutral observatör som ställer opartiska frågor och låter deltagarna prata fritt kring ämnet. Här är det viktigt att moderatoren är medveten om sitt kroppsspråk så att inte fel signaler sänds ut. Det är viktigt att moderatoren inte försvara produkten som testerna utförs på om testpersonerna kommer med negativ kritik [18] [16].

Dumas och Loring [18] har skapa ett antal grundregler för hur en moderator ska interagera med testdeltagarna under testet:

- Respektera deltagarnas rättigheter.
 - Ge dem rimlig kompensation och respektera deras anonymitet. Om data spelas in då det är viktigt att se till filerna inte hamnar i orätta händer.
- Kom ihåg ditt ansvar, som moderator, mot kommande användare.
 - Var inte för snabb med att hjälpa testdeltagarna när de stöter på svårigheter. Det är ofta ur de situationer problem upptäckas och det finns ofta mycket att lära genom att observera hur deltagarna löser problemen. Varje gång ett användbarhetsproblem upptäcks och åtgärdas gynnar det framtida användare. Detta är även nått som Barnum [16] tar upp.

- Se testdelatagarna som experter men se till att ha kontroll under testet.
 - Se deltagarna som experter och att de inte kan göra misstag – det är produktens fel om de inte klarar av uppgiften. Se dock till att ha kontroll över fortskridandet utav testet.
- Var professionell.
 - En bra moderator är både personlig och öppen samtidigt som han/hon är effektiv och uppträder professionellt.
- Låt deltagaren prata.
 - Låt testpersonen tala, undvik att avbryta personen och stressa inte fram svar.
- Var opartisk.
 - Håll en neutral profil gentemot produkten och se till att inte färga testdeltagaren. Ställ öppna och opartiska frågor.
- Ge inte bort information oavsiktligt.
 - Låt testdeltagarna tänka själva en stund innan de får hjälp. Får det hjälp för fort kan viktiga aspekter missas. Har deltagaren fått för mycket hjälp kan han/hon uppleva att produkten vara lättare att hantera än den var.
- Häng med!
 - Det är moderaternas uppgift att se till att testet håller fokus och går som det ska. Det är även viktigt att vara aktiv för att inte missa något viktigt.
- Bestäm hur integrationen gentemot testpersonerna ska se ut beroende på vad målet med testet är.
 - Enligt Dumas och Loring [18] bör integrationen mellan moderator och testdeltagare se sig olika beroende på målet med testet. Den vanligaste typen av tester brukar kallas formativa tester och syftet är där att avslöja designrelaterade frågor, det vill säga försöka förstå hur en användare tror att en viss produkt eller användargränssnitt är strukturerat. I ett formativt test är målet inte att mäta prestanda utan hitta problem och eventuellt lösningar och det bör vara mycket interaktion mellan deltagarna och moderatören. Om tester däremot är till för att mäta användbarheten av en produkt eller jämföra produkten med tidigare versioner eller liknande produkter bör moderatören anta en mer passiv roll. Detta beror på att den typen av tester kräver en mer kvantitativ metod för mätningar eftersom målet med testet är att mäta användbarhet och prestanda. Resultaten av hur väl testpersonen klarar av att lösa uppgiften kan påverkas om moderatören har en allt för aktiv roll, då förlorar testerna sitt syfte. Produktens utvecklingsfas spelar också roll för hur moderatören bör interagera med testpersonen. Om produkten är i en tidig utvecklings fas bör moderatören vara mer aktiv speciellt om det är prototyper som testas och det kan uppkomma buggar.

[18]

2.3.6. Frågeformulär

För att ställa frågor till försökspersoner på ett enkelt och billigt sätt är det lämpligt att använda sig av frågeformulär som testpersonen själv får fylla i. Resultatet blir enkelt att analysera och är lätt att administrera, dock krävs det att instruktioner och frågor är enkla att uttrycka i skrift. Om syftet är att ställa känsliga och personliga frågor som

efterfrågar ärliga svar är denna anonyma metod ett bra tillvägagångssätt. Svaren från ett frågeformulär är ofta korta och koncisa och metoden möjliggör inte att följdfrågor kan ställas. På grund av detta blir det svårt att få mer utvecklade svar som ger möjlighet till en djupare analys [19].

I boken *Arbete och teknik på människans villkor* sammanfattar Osvalder, Rose och Karlsson de främsta användningsområdena för frågeformulär till:

- Samla in data från ett stort antal personer under kort tid.
- Samla in data från personer som är svåra eller resurskrävande att nå.
- Validera tidigare resultat från intervjuundersökningar.

De frågor som kan ställas i detta formulär kan delas in i olika kategorier som ibland överlappar varandra. Williamsson presenterar i boken *Research methods for students, academics and professionals* olika kategorier av frågor som kan ställas [19].

Faktafrågor – Okomplicerade frågor där de tillfrågade får välja sitt svar utifrån vissa kategorier. Frågorna ska vara så pass konkreta att svaret är självklart för testpersonen.

Yttrandefrågor – Ofta mäts denna typ av frågor med en skala, siffror att ringa in eller rutor att kryssa för. För tydlighetens skull bör denna skala vara samma genom hela formuläret.

Stängda frågor – De tillfrågade blir erbjudna ett antal olika kategorier av svarsalternativ. Ett "Övrigt-alternativ" bör dock alltid finnas med som alternativ.

Öppna frågor – De tillfrågade får svara med sina egna ord. Med denna frågekategori ges de tillfrågade möjlighet till ett friare svar. Passar bra som supplement för kvantitativ data.

De frågor som ska ställas bör vara tydliga och fåordiga. Det ska vara svårt att missuppfatta dem. Negativa uttalanden kan vara svåra att uppfatta på ett önskat sätt och bör därför undvikas, lika så hypotetiska frågor. Ordningen på hur frågorna presenteras kan ha avgörande betydelse och måste därför utföras med eftertanke. De bör vara attraktivt och tydligt presenterade samt grupperade på ett logiskt sätt. Känsliga frågor bör placeras en bit ner på formuläret för att de tillfrågade ska hinna bli avslappnad. Det är viktigt med gott om utrymme mellan frågorna [15].

Bakgrundsformulär

Bakgrundsfrågorna är till för att ge förståelse om testpersonens bakgrund och tidigare erfarenheter som kan vara relevanta för testet. Med hjälp av informationen från dessa frågor kan det vara möjligt att jämföra personernas bakgrund med deras prestationer. Vanligtvis fylls formuläret i precis innan testet ska starta. Formuläret bör utformas så att det är både lätt för testpersonen att fylla i och för arrangörerna att sammanställa för analys [17].

Pre-testfrågor

För vissa tester kan det vara aktuellt att, utöver bakgrundsfrågorna, ställa frågor till testpersonen. Pre-testfrågorna syftar till att fånga testpersonens första intryck, för att verifiera att testpersonen är indelad i rätt grupp eller för att avgöra personens kompetens. Dessa frågor får testpersonen svara på innan testet påbörjas [17]. Pre-testfrågorna kan även ställas som en kort semi-strukturerad intervju. För att läsa mer om denna typ av intervju, se teori om intervjuer.

Post-taskfrågor

Om testet innehåller många deluppgifter kan det vara en bra idé att ställa korta frågor mellan varje uppgift. På detta sätt fångas testpersonens svar upp på en gång och risken att något faller i glömska minskar. Frågorna som ställs vid detta skede bör bara röra den just utförda uppgiften [16].

Post-testfrågor

Denna typ av frågor ställs efter testets genomförande för att få en djupare förståelse av testpersonens upplevelse av produkten. Alla frågor är identiska och det är viktigt att de ställs på samma sätt till alla. Den information som utvinns ur dessa frågor ger en indikation på hur lättanvänd och lättförstådd produkten uppfattas [17].

2.3.7. Observation

Vid användbarhetstester används ofta observation för att ta reda på vad testpersoner faktiskt gör snarare än vad de säger att den gör. Detta för att få ett mer verklighetstroget resultat och minska brister på grund av den mänskliga faktorn. Genom att använda en observationsmetod behövs kompletterande frågor för att fånga upp personens känslor, attityder och behov.

Begreppet observation kan delas in i två underkategorier: direkt observation och indirekt observation. Den största skillnaden mellan metoderna är att observatören vid direkt observation är personligt närvarande medan den inte är det vid indirekt observation. Vid direkt observation använder sig observatören av sina egna sinnen för att observera testpersonens beteenden. Det är vid denna typ av observation viktigt att vara så diskret som möjligt för att få testet så naturligt och verklighetstroget som möjligt och allt som observeras bör på något vis registreras. När det kommer till indirekt observation registreras testet ofta med hjälp av en filmkamera eller liknande utrustning för att sedan kunna analyseras [19].

Den data som observeras kan vara både kvantitativ och kvalitativ. Kvantitativ data är lätt att analysera och kan till exempel vara ett mätvärde på hur många gånger testpersoner utför ett visst delmoment av testet eller hur snabbt testpersonen klarar av att utföra uppgiften. Kvalitativ data är vanligare och ger en övergripande förståelse över hur människor fungerar i systemet. Denna typ av data samlas genom intervjuer och uppskattningar, oftast efter uppgiftens utförande [19]. Alla observationer ska antecknas och det är fördelaktigt att använda en observationsmall för att främja konsekvens.

Om syftet är att samla data från ett antal olika händelser är observation en bra metod. Eftersom observatören håller sig i bakgrunden störs ej testpersonerna av frågor eller mätningar. Detta ger en mer verklig situation. Utan att ställa frågor är det däremot svårt

att tolka hur testpersonerna tänker. Optimalt är att hålla en efterföljande intervju där personernas känslor och tankar får ge uttryck. Negativt med observation är om testpersonerna känner av observatören. Detta kan leda till att personerna ändrar sitt naturliga beteende till ett mer anpassat [19].

2.3.8. Intervjuer

Att använda intervjuer som metod för att samla in data till en fallstudie kan vara väldigt krävande. Det kan vara ett frustrerande och tidskrävande arbete att få ut ett användbart och tillförlitligt resultat. Det är därför viktigt med noggrann planering då problemen med att använda intervjuer som en metod för att samla data kan minimeras, speciellt om studien är tidsbegränsad. Intervjuer är dock en metod som kan användas i många olika situationer och det är ett bra tillvägagångssätt för att få information som handlar om människors tankar och känslor [19] [20].

Intervjuer som datainsamlingsmetod

När beslutet att använda intervjuer som en metod för att samla in data ska tas är det viktigt att ta två olika perspektiv i beaktande enligt Denscombe [21]. Efterfrågas ytligt information från ett stort antal människor eller detaljerad information från ett fåtal personer? Om svaret är det senare alternativet är intervjuer ett lämpligt alternativ. Innan det beslutet tas måste undersökaren ta hänsyn till om den djupa detaljeringsgrad som intervjuer ger krävs. Hänsyn bör också tas till hur stort urval undersökningen kräver. Är det lämpligt att förlita sig på ett litet antal informanter? Motiv till att detta kan var berättigande kan till exempel vara:

- att det efterfrågas data som bygger på erfarenhet och känslor, istället för rena fakta. Dessa ämnen är svåra att få svar på via ett frågeformulär då kan en intervju vara berättigad.
- att data baseras på känsliga ämnen som måste behandlas med viss försiktighet. Det kan vara svårt att få ut den typen av information via enkäter.

[21]

Utöver detta måste även intervjuernas genomförbarhet tas i beaktande. Är det möjligt att nå nödvändiga intervjuobjekt och är de villiga att ställa upp? Resurserbegränsningar spelar också en stor roll då hänsyn måste tas till om det är rimligt att utföra intervjuerna i förhållande till tid- och kostnadsåtgång [21].

Strukturerad intervju

När strukturerade intervjuer används ställs samma frågor, i samma ordning, till alla intervjuobjekt. Upplägget gör att undersökaren har stor kontroll över frågor och svars utformande. Den stora kontrollen över frågornas utformning leder till att ett begränsat antal svarsalternativ vilket medför att analysen av intervjuerna blir förhållandevis enkel att utföra. Därför används strukturerade intervjuer i undersökningar där det är viktigt respondenters resultat kan jämföras [15] [21]. Enligt Denscombe [21] används strukturerade intervjuer ofta i surveyundersökningar där forskare vill ha in en stor mängd data från en stor mängd respondenter men med resultat som är förhållandevis enkla att analysera.

Semistrukturerad intervju

Semistrukturerade intervjuer bygger som vid strukturerade intervjuer på att intervjuaren har utformat en färdig lista med frågor. Intervjustrukturen är dock mer flexibel och frågors ordningsföljd kan ändras och följdfrågor läggs till under intervjuens gång. Detta gör att det finns möjlighet att styra intervjun mot ett ämne som visar sig extra intressant. Intervjuaren låter respondenten utveckla idéer och tala utförligt om ämnen som tas upp. Semistrukturerade intervjuer ligger närmare ostrukturerade intervjuer än strukturerade intervjuer i det fallet att de tillåter mer utförliga och djupgående svar [15] [19] [21].

Ostrukturerad intervju

Vid ostrukturerade intervjuer ligger respondentens tankar i fokus. Ofta introduceras ett tema eller ämne och intervjuobjektet får fritt utveckla tankar kring ämnet och då frågor ställs är dessa öppna. Undersökarens roll är att delta så lite som möjligt och intervjupersonen kan styra intervjun mot de ämnen han eller hon anser viktiga. Som i semistrukturerade intervjuer ligger fokus på att låta den intervjuade formulera sig fritt kring ämnet fast här är ämnet ännu bredare och ramarna ännu vidare [19] [21].

Personliga intervjuer

Vid semi- och ostrukturerade intervjuer är personliga intervjuer den vanligaste formen, det vill säga samtal mellan en intervjuare och en informant. Fördelarna med personliga intervjuer är att de är lätta att arrangera och lätta att kontrollera då det bara är en persons tankar och uttalanden som behövs utforskas [21].

Gruppintervjuer

Gruppintervjuer består vanligtvis av fyra till sex personer. Tanken med gruppintervjuer är att de som deltar i intervjun ska interagera och diskutera med varandra. Enligt Denscombe [21] är fördelarna med gruppintervjuer att de hjälper till att avslöja konsensusuppfattningar och de ger fylligare svar då deltagarna kan ge varandra synpunkter, vilket kan öka svarens tillförlitlighet. Nackdelarna är dock att gruppintervjuer kan "kräva" synpunkter från alla i gruppen fast dessa kanske inte vill uttala sig i frågan. Ett annat problem kan vara att alla inte vågar uttrycka sina åsikter om detta strider mot den allmänna uppfattningen i gruppen, något som inte uppstår vid personliga intervjuer [21].

Utveckla en uppsättning frågor

För att reducera problem med att nyckelinformation missas och att intervjuer måste göras om är det viktigt att intervjuerna planeras noggrant. Det är vitalt att mycket tid läggs på att förbereda och bearbeta frågor. Frågorna som ställs i en intervju spelar stor roll för hur väl intervjun uppnår sina mål. Ställs inte rätt frågor är det svårt att erhålla önskad typ av information. För att säkerställa att frågorna berör rätt problem och tillhandager rätt information för det valda efterforskningsämnet kan det användas som ett strukturerat tillvägagångs sätt för att generera frågor Dyer [20]. Detta sätt kan enligt [20] delas in i tre olika delar:

1. Identifiera det generella problemet som ska beröras i så stor utsträckning som möjligt.
 - Vilket är ämnesområdet som *ska* undersökas, vad är huvudmålet med studien och vilka avgränsningar finns?
2. Generera en uppsättning underordnade ämnen som berör olika aspekter av det generella problemet.
 - I den här fasen ska ett antal ämnesområden underordnade huvudproblemet utvecklas. Dessa ämnen ska vara mer precisa och specifika än det generella problemet och *ska* täcka olika vinklar och områden på problemet som forskaren vill undersöka. Ämnesområdena kan exempelvis bygga på kända teorier eller genereras via brainstorming.
3. Generera specifika frågor, till valda ämnesområden, som sedan *ska* användas i intervjun.
 - I denna fas är det dags att skapa mer specifika frågor utifrån de ämnen som arbetades fram i fas två. Det är viktigt att frågorna är anpassade för individen som *ska* intervjuas och inte alltför generella. Att vinkla frågor inom samma ämne är viktigt för att få olika perspektiv på frågan och för att få en helhetsbild.

[20]

Planering och utförande av intervjun

Vid planering av själva intervjun är det bra att dela in den i tre faser, start – mellan- och slutfasen.

Startfasen

Innan intervjun börjar bör, förutom inledande hälsning och småprat, syfte, omfattning och bakgrunden till varför ämnet tas upp. Detta för att säkerställa att intervjupersonen inte har glömt eller missuppfattat vad intervjun ska handla om och att personen fortfarande samtycker till utförandet av intervjun. Om intervjun ska spelas in bör intervjuaren säkerställa att detta går bra för respondenten och betona att testet är prestationslöst. Det är även i denna fas som allmän information så t.ex. namn och ålder insamlas, då detta minimerar riskerna för att viktig information missas att samlas in. Intervjupersonen kan även få en uppfattning om intervjuarens intervjuteknik och vänja sig vid känslan av att bli intervjuad. Det kan leda till att intervjupersonen känner sig mer avslappnad under intervjun [20] [21].

Mellanfasen

Det är i denna fas som huvudinformationen samlas in och det är därför viktigt att denna fas planeras väl. I tidigare del av planeringen har ett antal frågor som berör ett eller flera ämnen genererats. Det är nu viktigt att organisera dessa i en bra struktur. Om fler än ett ämne berörs bör dessa placeras så att de frågor som är lättast för intervjupersonen att besvara det vill säga frågor som intervjuperson kan tänkas ha en tydlig uppfattning om, berörs först. Efter det tas det upp frågor som anses svårare och mer krävande för

respondenten. Alla relaterade frågor bör vara grupperade tillsammans. Inom varje ämne ska frågeställningar försöka organiseras så att:

- generella frågor berörs först, sen specifika.
- frågorna går från frågor om beteende till frågor om känslor

[20] [21]

Enligt Dyer [20] är nyckeln till att utföra en bra intervju att behandla intervjupersonen så som man själv skulle vilja bli intervjuad. Det är också viktigt att framställa en plan över vad som ska göras om någonting går fel i intervjun exempelvis om intervjupersonen inte vill beröra eller frångår det givna ämnet.

Slutfasen

I slutfasen ligger fokus på att intervjupersonen lämnar intervjun med en positiv känsla. Denna fas inleds då det anses att önskad information har samlats in och intervjun börjar närmas sig sitt slut. Innan intervjun avslutas är det viktigt att intervjupersonen har fått chansen att ta upp allt han eller hon tycker bör tas upp.

Det är också viktigt att ge intervjupersonen en uppfattning om hur intervjun har gått, exempelvis om något var speciellt intressant och hjälpsamt för studien. Att gå från intervjuläge till en mer vanlig konversation är också viktigt. Allt för att respondenten ska känna sig bekväm och lämna intervjun med en bra känsla [20] [21].

Intervjuareffekten

Enligt Denscombe [21] innebär intervjuareffekten att intervjuobjektets svar kan speglas och vara olika beroende på hur de uppfattar personen som intervjuar. Data påverkas alltså av intervjuarens identitet t.ex. kön och ålder. Effekten av intervjuareffekten beror till viss del på vilket ämne som diskuteras och får mer betydelse när personliga och känsliga ämnen behandlas. Frågor som får intervjupersonen att känna sig besvärad eller generad kan leda till att den intervjuade svarar vad han eller hon tror att undersökaren vill höra. Intervjuareffekten beskrivs på likande sätt både av Bohgard et al. [19] och Williamson [15].

Fördelar med intervjuer

Fördelarna med att använda intervjuer som metod för att samla in data är att det är en flexibel metod där det finns möjlighet att styra samtalet åt olika riktningar under intervjuns gång. Validiteten är hög så det går att begära förklaringar och kontrollera information under intervjuns gång. Intervjuer erbjuder möjligheter till en hög detaljeringsgrad. Det är relativt enkelt att utföra en intervju då det inte krävs någon avancerad teknik och den går att utföra i många olika miljöer [19] [21].

Nackdelar med intervjuer

Intervjuer är en resurskrävande teknik, både när det gäller tid och pengar. Intervjuer är tidskrävande då förbereda, utföra och efterarbeta intervjun tar tid. Vid ostrukturerade- och semistrukturerade kan det vara svårt att få ut standardiserade svar och därmed analysera svaren. En nackdel med intervjuer är den så kallade intervjuareffekten. Den innebär kort förklarat att intervjupersonens svar kan påverkas av intervjuarens identitet och svara vad han eller hon tror att intervjuaren vill höra, se teoriavsnitt om

intervjuareffekten för utförligare förklaring. Ett annat problem är att intervjuer grundar sig på vad människor säger och inte vad de gör. Dessa två stämmer inte alltid överens [15] [19] [21].

2.3.9. Analys av användbarhetstester

Efter genomförda tester är det dags att samla ihop så mycket fakta som möjligt. Enligt Barnum [16] är det bra att direkt efter testerna reflektera över vad som har observerats under testernas gång för att inte gå miste om viktig information. De iakttagelser som har gjorts bör sorteras efter mest positiv, mest negativ och mest överraskande. Det är viktigt att i detta läge fokusera på vad som hände och inte på vad som kan vara lösningen på problemet. Rubin och Chisnell [17] påpekar även vikten av att göra säkerhetskopior av allt digitalt material och att transkribera alla ljudinspelningar innan sammanställning av data sker. Genom att transkribera inspelningarna ges inte bara en skriftlig säkerhetskopia av informationen utan ger även en lättare överblick av den informationen inspelningarna innehåller, vilket senare underlättar sammanställningen [17].

För att sedan strukturera upp den informationen som samlats in är det viktigt att klargöra vad testets utgångspunkt är. Är tanken med testet att utvärdera vissa delar av produkten eller är planen att gå in med en öppen syn av vad resultatet kan bli? Med metoden top-down är det, sedan innan testerna, planerat vilka delar av produkten responsen ska röra. Det finns färdigbestämda kategorier som observationerna kan sorteras in i. En fördel med denna metod är att det lätt går att sortera in observationerna men nackdelen är att observationerna kan misstolkas för att passa in i en given kategori. Som en lösning på detta kan det vara ett alternativ att använda sig av en "öppen" kategori dit alla observationer som inte är självklara till någon av de förutbestämda kategorierna sorteras in. Alternativet till denna metod är metoden bottom-up. Med denna metod är synen på vad testets resultat ska ge ofärgad. Istället för att sortera in i kategorier är första steget att skriva en kort beskrivning av varje observation och gruppera in dem efter likhet. Först efter att alla observationer är grupperade namnges kategorierna. Fördelen med bottom-up-metoden är att gruppmedlemmarna som sammanställer resultatet är ofärgade medan en nackdel är att processen är väldigt tidskrävande i jämförelse med top-down-metoden [16].

Det sammanställda resultatet ska därefter analyseras. Rubin och Chisnell [17] belyser vikten av att vara objektiv genom analysen och att tänka ur användarens perspektiv. Om användaren stöter på problem under testet är det viktigt att komma fram till vad orsaken till problemet var. Om produkten som testas är i ett tidigt utvecklingsstadium ska fokus ligga på att hitta de delmoment som deltagarna hade extra svårt att utföra alternativt inte lyckades utföra överhuvudtaget [17].

Analyseringsmetoderna för kvantitativ och kvalitativ data skiljer sig åt. Barnum [16] berättar om de olika analystyperna och säger att vid analys av kvantitativ data är det många faktorer att tänka på, framför allt om testet omfattar ett fåtal testpersoner. Till exempel kan ett medelvärde över en viss tid varje testperson tog på sig för att klara ett visst moment bli missvisande om en person avviker mycket åt något håll. Ett specialfall såsom detta är fortfarande värd att analysera men vid en sådan situation är ett smartare

alternativ att presentera alla testpersoners tidsresultat i en tabell för att ge en helhetsbild. Med få deltagare är det även farligt att uttrycka sig i procenttal. En persons avvikelser representerar ett stort procenttal i en liten skara testpersoner och det går inte att utsäga om den procentsatsen hade varit likadan vid ett större testdeltagande. Överlag är det bättre att presentera resultat numeriskt snarare än procentuellt då ett procenttal inte talar om hur många deltagare som deltog i testet [16]. Att analysera kvalitativt är svårt att standardisera då svaren på frågorna skiljer sig mycket. Detta nämner Williamson [15] då hon säger att det inte finns några strikta regler för kvalitativa utan att huvuddelen av denna analys bör läggas på att förstå vad resultatet betyder.

När alla problemområden är framtagna kan det vara bra att avgöra hur allvarliga problemen är och även sortera dem efter vilka problem som omfattar hela produkten och vilka problem som kan kopplas till ett särskilt delmoment eller en särskild sida. Barnum väljer att sortera in dessa problem som globala och lokala.

Även om bara en del av produkten testas kan vissa problem som dyker upp gälla produkten i sin helhet dessa problem är globala problem, och exempel på dessa kan vara att information inte går att hitta i produkten, produktens text inte är konsekvent eller användaren inte får någon återkoppling efter utfört moment. Till lokala problem hör den typ av problem som endast kräver mindre ändringar för att lösas. Det kan röra sig om en felstavning eller ruta som inte går att bocka för. Trots att de lokala problemen är enkla att åtgärda kan de ändå ha förödande konsekvenser och i vissa fall behöva åtgärdas på en gång [16].

Efter att analysen är klar ska förbättringsrekommendationer tas fram. Dessa ska vara specifika förslag som är möjliga att förverkliga och bör prioriteras efter till exempel hur allvarliga problemen är eller hur lätta de är att åtgärda [16].

2.4. Datainsamling inför analys

Genom att utföra en miljöanalys med DES ges möjligheten att inkludera en dynamisk aspekt av produktionen. Denna aspekt ger en utvidgad möjlighet att, i detalj, analysera samspelet mellan system i produktion.

Då mer än 30 % av den totala analystiden går åt till att samla rådata, omforma data till användbar information och mata in den i simuleringsmodellen belyser Skoogh, Johansson och Hanson [22] vikten av att vara väl förberedd inför denna procedur. Genom att tydligt bestämma vad som önskas är det enkelt att göra samlingsprocessen smidig. Det är därför nödvändigt att bestämma vad analysen ska baseras på. Ska analysen ske på en särskild produkts ekologiska fotavtryck eller en hel process totala energiåtgång? Kan vissa mätdata hämtas från databaser eller måste alla mätas på nytt? [22]

För att kunna utföra en fullständig DES-analys är det många kriterier som måste uppfyllas och frågor som måste besvaras. Dessa frågeställningar presenteras av Lindskog och Lundh [23] i deras examensarbete och går att läsa nedan:

Data management

To be able to create a DES model with focus on determining the environmental product footprint the following questions and data sets needs to be answered and gathered:

Data Group 1: Before production properties

- Components

How can the components be categorized?

What components are produced in-house?

What materials are used in the components?

What do the components weigh?

What batch sizes are the components and the raw material ordered in?

- Suppliers

Who are the suppliers of raw material, components and media?

What is the distance to the suppliers?

Which transport services are used?

Data Group 2: During production properties

- Machine specific data (Gather data)

Cycle times, setup times and stop times (MTTR, MTBF)

Manual work specifications

Use of auxiliary media and material

- Product flow (Gather data)

Map the studied products flow

Transport options within the production are

Production planning strategies (Push or pull etc.)

- External services (Optional)

Where is the external service?

What type of treatment is used?

What are the lead times?

Data Group 3: After production services

- Transport

What transport service is used for delivering finished products?

How far are the products transported and to which customer?

Data Group 4: Environmental data specifications

- Machine energy consumption during busy, idle or break down periods

- Raw material production emissions from cradle-to-gate

- Transport emissions for different types

- Auxiliary media emissions for different types during production from cradle-to-gate

Möjligen kan några av dessa punkter ignoreras eller omformas beroende på vilken typ av produktion det är som ska analyseras.

Vidare kan data delas in i tre kategorier: A (Available), B (Not available but collectable) och C (Not available and not collectable). Där A utgör den data som finns att tillgå i

befintliga databaser (till exempel LCI), B är data som kan mätas och C omfattar den data som måste antas. [23] Den data som finns under kategori A finns ofta att hitta i olika databaser specialiserade på data rörande livscykelanalyser, så kallade LCI-databaser.

I dessa är det möjligt att hämta data från databaser istället för att mäta själv. Lindskog och Lundh [23], nämner några av dessa ett exempel är ELCD (European reference Life Cycle Database) som är fri att använda till skillnad från många kommersiella databaser. Det finns även andra kommersiella men också mer detaljerade databaser att använda om den nivån av data krävs. Den data som kan kategoriseras som B ska därmed mätas. Den data som kan mätas på maskinerna är, enligt ovan; cykeltid, inställningstid och stopptid. Härifrån kvarstår frågor såsom: Vilka mätinstrument behövs? Hur många mätningar behöver göras för att få mätvärden av tillräcklig noggrannhet? Bör mätningen behandlas som stokastiska eller deterministiska variabler Stokastiska mätningar baseras på att processen ses som slumpmässig och fler mätningar krävs för ett trovärdigt medelvärde. Vid deterministiska mätningar är det lättare att förutse kommande mätresultat och ett lika stort antal mätningar behövs inte. Vid energimätningar som ska användas till att mäta ekologiskt fotavtryck av en enskild produkt är det lämpligt att betrakta data som stokastiska variabler [22].

När dessa frågor är besvarade bör det vara bestämt vilka maskiner det ska mätas på, vad som ska mätas och vilka instrument som behövs. Exempelvis behövs ett instrument som kan mäta höga frekvenser utifrån att processen har korta cykeltider. Vid mätning bör alla maskinens processer mätas. Detta innefattar samtliga stadier en maskin kan befinna sig i: busy, idle, down och stand-by [23].

Busy state - är tiden mellan att maskinen annonserar att en produkt är laddad tills att bearbetningen är färdig. Möjlig tid för stopp (breakdown) är borträknad. Busy state kan även ibland kallas processing eller working.

Idle state - är definierat som tiden mellan att en produkt är rapporterad som färdig tills att en ny är laddad i maskinen. Detta inkluderar tiden då maskinen är "starving", det vill säga då den väntar på en produkt från maskinen innan, eller blockerad, då den väntar på att få skicka till maskinen efter.

Down state - är den tid mellan att ett fel i maskinen rapporteras till att felet är åtgärdat.

Stand-by state - är definierat som tiden mellan att maskinen går in i ett energisnålt läge (under natten) tills att produktionen startar vid morgonskiftets start.

[23]

Stopptider

Ibland står produktionen stilla under oönskade tidpunkter. Detta kan exempelvis vara om något gått sönder. Två viktiga och vanliga variabler att mäta då är MTBF (Mean Time Between Failure) och MTTR (Mean Time To Repair). Detta är data som är relativt enkel att samla. MTBF är den tid som löper mellan att en maskins haverier medan MTTR är den tiden från att en maskin havererar till att den är reparerad och åter kan producera.

3. Metod

Som första steg i arbetet genomfördes bakgrundsstudier. Fokus låg först på att utveckla kunskapen kring verktyget wiki och hur formateringen av en wiki genomförs, enligt teori 2.2.1 Wiki under Formatering av wiki. Olika sätt att lägga upp en användarmanual på undersöktes också. Senare genomfördes även studier om hur ett användbarhetstest se teori 2.3 Användbarhetstest sätts ihop och genomförs samt utförandet av själva användbarhetstestet. Till sist utfördes validering av EcoProIT tool för att kontrollera huruvida programmet stämde överens med den simulerade produktionslina som programmet valideras mot. Samtidigt som dessa uppgifter utfördes pågick arbetet med buggar och nya programuppdateringar parallellt med övrigt arbete. Ingående metoder för respektive del finns att läsa under respektive avsnitt.

3.1. Användarmanual i wiki-format

Innan manualen började utvecklas studerades huvudämnen som wiki-konceptet, hur en text skrivs på webben och hur en användarmanual skapas och utvecklas på bästa sätt. Det visade sig att förstudier om direkta formateringskommandon i wikitext, se teori 2.1.1 Wiki under Formatering av wiki, inte fungerade. Detta eftersom det fanns en stor mängd kommandon och att det var svårt att urskilja och memorera de kommandon som skulle bli användbara längre fram i arbetet. Arbetet med direkta kommandon flyttades därför till formateringsstadiet.

För att få kunskap om skillnader mellan en internetbaserad manual och en manual i pappersformat utfördes litteraturstudier inom ämnet, se teori 2.2.2 Manualer i allmänhet och 2.2.4 Att skapa en lättförtälig text under Layout på webben. Informationen jämfördes och skillnader och likheter uppmärksammades. Litteraturstudierna om hur en manual skapas och hur en webbsida ska vara uppbyggd kombinerades eftersom manualen är både en webbsida och en användarmanual. Detta kombinerades i sin tur med hur en wiki är upplagd för att ge manualen en wiki-struktur.

Nedanstående frågor, som tagits direkt från Etter och Robinson [7, p. 22], diskuterades och besvarades för att definiera den grund som wikin baserades på.

- Vem ska använda manualen?
- Vad ska manualen göra?
- Var ska manualen användas?

På grund av att EcoProIT tool hela tiden utvecklades utfördes ändringar i programmet. Det medförde att ändringar i *User Manual* och *Tutorial* krävdes för de ändringar som gjordes. Därför sattes en diffus deadline, den version som fanns då deadlinen nåddes blev det som användarmanualen slutligen behandlade.

3.1.1. Förståelse för programmet EcoProIT tool

Innan arbetet med manualen kunde starta krävdes en förståelse för EcoProIT tool, programmet manualen skrevs för, och hur det fungerar och används. Ett antal artiklar kring utvecklingen av EcoProIT tool studerades för att ge kunskap om programmets syfte och användningsområde, se teori 2.1.1. EcoProIT tool och 2.1.2 Befintliga miljöanalysmetoder. Med hjälp av genomgångar med handledaren och egna tester av

fiktiva produktioner i programmet utvecklades förståelse. Även att diskutera kring utvecklingen av programmet och arbetet med buggar hjälpte till att öka förståelsen. Alla intryck och frågor som uppkom under upplärningsperioden antecknades för att senare användas vid utvecklingen av texterna till manualen. Detta eftersom de egna erfarenheterna av vad som var svårt när programmet användes för första gången, även skulle kunna vara svårt för andra användare.

3.1.2. Formatering

Den wiki-sida som skulle användas som bas i användarmanualen var skapad i förväg av EcoProIT tools utvecklare, där fanns ett fåtal sidor redan upplagda. Den grund som fanns har sedan utökats med fler sidor, och länkar mellan dessa.

För att lära känna wiki-formatet och hur formateringen fungerade utfördes ett antal tester av olika enkla kommandon direkt i manualen. Därefter började införandet av text och bilder. Eftersom hemsidan för manualen inte används av allmänheten, då inte vetskap om den finns än, infogades inte helt färdigskrivna text och layout direkt i manualen för att redigeras allt eftersom. Detta för att få det visuella intrycket och därefter anpassa utformningen efter lämpliga teorier. Eftersom få förstudier gjorts på direkta kommandon letades passande kommandon upp vid behov, på Mediawikis hemsida, och för att förstå vilket som gjorde vad testades fram.

På EcoProIT tools wiki-sida var *User Manual* den första sidan som skapades i arbetet. Den skapades till en början som en enkel sida som innehöll all text och alla bilder, men för att manualen skulle få en mer wikiliknande struktur och för att den skulle bli lätt att söka i gjordes hela upplägget senare om till att använda mindre sidor infogade i *User Manual*. Hela manualen delades upp i mindre delar, delarna blev fristående sidor som sedan infogades i huvudsidan för manualen. Detta gav inte manualen några synliga skillnader i sig men gjorde det möjligt att söka på och öppna de mindre, och numera fristående, sidorna för sig.

3.1.3. Innehåll

En struktur som fungerade som ett skelett för manualen togs fram genom diskussion i gruppen. Rubriker för strukturen och en sammanfattning om innehåll under varje rubrik togs fram på samma sätt. Genom att parallellt infoga text och bilder utvecklades manualen utifrån gruppens kunskap om EcoProIT tool. Upplägget på texten som skrevs in i manualen baserades även den på de tidigare studier som gjorts om hur en manual byggs upp på bästa sätt, se teori 2.2.4 Att skapa en lättförståelig text. Bilderna som hittas i manualen är tagna direkt från datorskärmen och behandlade i bildprogram innan de infogats i manualen. Med hjälp av feedback och diskussion både inom gruppen och från handledaren redigerades och fylldes manualen på.

Parallellt med användarmanualen utvecklades fler sidor, bland annat *User Manual*, *Tutorial* och en *First Impression* sida. Ett konkret exempel på en påhittad produktion togs fram för *Tutorial*. En konceptuell modell ritades upp och hela exemplet testades i EcoProIT tool. Alla steg som genomfördes dokumenterades noggrant och infogades i kronologisk ordning med text och bild i *Tutorial*. Stegen delades upp i kategorier och varje kategori fick ett nummer. Den fungerade som ett komplement till manualen då ett

exempel ibland kan ge en bättre förklaring än beskrivande text. På sidan för *First Impression* infogades delar av den informationen i manualen som gruppen ansåg vara mest grundläggande för att få en bild av EcoProIT tools helhet.

3.1.4. Kontroll

Flera informella tester utfördes under arbetets gång inom gruppen för att hitta brister i användarmanualen som sedan åtgärdades. Checklistor och några standardfrågor som tagits fram grundat på förstudierna, i avsnittet 2.2.4 om Att skapa en lättförståelig text, som utförts användes för att kontrollera att alla aspekter iakttagits vid utvecklandet.

- Är detta relevant?
- Varför är detta viktigt?
- Vad ska jag få ut av detta?
- Vad är det som ska göras?
 - Kan detta förtydligas ytterligare?

Frågorna ställdes och besvarades så gott det gick utifrån vad en användare hade tänkt. Hur relevant informationen var avgjorde om den skulle vara med i manualen eller inte. Enbart det som ansågs vara nödvändigt för att uppnå den förståelse som krävs för att användaren skulle kunna använda EcoProIT tool. Beroende på vad som är viktigt, varför och hur viktig informationen är ska den placeras på olika sätt i en manual. Därför ställdes frågan varför informationen är viktig. För att försöka föreställa vad användaren tänker ställdes frågan vad som ska fås ut av informationen. En kontroll av om det som är viktigt når fram och om användaren förstår varför det är viktigt utfördes. Därefter ställdes frågan om användaren kommer att förstå vad som ska göras. Eftersom det är den viktigaste frågan ställdes även en följdfråga för att förtydliga informationen. Detta också för att utveckla av manualen har svårt att förstå sig hur informationen uppfattas av någon som läser den första gången.

3.1.5. Tester

Efter att manualen färdigställts utfördes tester för att utvärdera manualen. För att testa manualens formella egenskaper användes ett läsbarhetstest i form av ett LIX-test, se teori 2.2.5 Utvärderingsmetoder under Formell utvärdering, på internet [14]. Manualen har även testats iterativt med empiriska användartester kontinuerligt under arbetet, se teori 2.2.5 Utvärderingsmetoder under Empirisk utvärdering. I en första omgång ombads handledaren att titta på innehållet och komma med feedback. Den andra omgången testades manualen på de gruppmedlemmar som inte jobbat med textgenerering för manualen. Resultaten och feedbacken användes för att omarbete instruktionstexterna i manualen. Slutligen utfördes ett mer omfattande användbarhetstest vars metod finns mer detaljerat beskriven nedan.

3.2. Användbarhetstest

På grund av att tidsramen för användbarhetstesterna var begränsad och att produkten är i ett tidigt skede lades fokus enbart på att testa vissa delar av manualen. Förstudier inom utförande av användbarhetstest, intervjuteknik och observationsteknik genomfördes, se avsnitt 2.3. Användbarhetstest. Personer med olika kunskapsnivå rekryterades till testet och delades upp som experter och nybörjare. Totalt rekryterades

nio personer. Testet delades upp i en individuell uppgift och en gruppuppgift. En introduktion till testen och bakgrundsfrågor om testpersonens tidigare erfarenheter skapades. Användbarhetstestet gick till så att efter introduktion och bakgrundsfrågor tilldelades testpersonen en uppgiftsbeskrivning och utförde sedan denna uppgift. Under uppgiftens utförande observerades både specifika delmoment i uppgiften och allmänna iakttagelser som antecknades. Moderatoren hade här en passiv roll. Efter att testpersonen utfört uppgiften hölls semi-strukturerade intervjuer där testpersonen fick svara på frågor rörande *User Manuals* uppbyggnad och innehåll. Intervjuerna spelades in och under gruppuppgiften spelades även deltagarnas diskussion in.

Resultaten av testet analyserades efter samtliga testers genomföranden genom att gå igenom alla testprotokoll och lyssna på alla inspelningar. De tydligaste problemområdena sammanställdes i tabeller och paralleller mellan bakgrundsfrågor och resultat drogs. För att se hur introduktion, bakgrundsfrågor, uppgiftsbeskrivningar, observationsmallar och intervjufrågor utformades och för att se resultat av testerna se avsnitt 4.

3.2.1. Genomförande

Då produkten befinner sig i ett tidigt utvecklingsstadium genomfördes ett mer generellt test som inte omfattade hela användarmanualen, testet fokuserades på vissa delar i manualens avsnitt, *User Manual*.

För att få en övergripande plan över användbarhetstestet skapades en testplan där bland annat mål, syfte, moderatorns roll och en lista på uppgifter som skulle genomföras togs fram, enligt teori om användbarhetstester, se 2.3.1. Planering av användbarhetstest och Bilaga B för testplan. För att testa målen för användarmanualen fastställdes målen med testet till:

- Att innehållet i manualen är lätt att förstå.
- Att det är lätt att hitta eftersökt information i manualen.
- Att innehållet i manualen hjälper till vid användning av programmet.

Uppgiftsgenerering

För att generera uppgifterna som skulle utföras under användbarhetstestet anordnades ett möte med projektgruppen där de delar av EcoProIT tool som ansågs vara svåra att genomföra sorterades ut. Dessa prioriterades efter hur svåra de ansågs vara och de tre högst prioriterade valdes ut. De tre uppgifterna som togs fram och dess syfte är sammanfattade i Tabell 3.

Tabell 3 Tabell över testuppgifternas beskrivning och syfte

Uppgift	Antal deltagare	Uppgiftsbeskrivning	Syfte
Bygga struktur	6	Översätta en konceptuell modell till en hierarkisk struktur. Utförs parvis.	Testa deltagarnas förmåga att, med hjälp av manualen, förstå en hierarkisk struktur. Dialog mellan deltagarna var intressant för att hitta konkreta förändringsområden
Produktens flödesväg	5	Radera en befintlig produkts väg genom produktionen och rita upp en ny produkts givna väg. Utförs individuellt i samband med uppgiften AutoMod	Undersöka om testdeltagarna förstod och hittade information för att klara av att lösa uppgiften. Lokalisera problem som försvårade uppgiften.
AutoMod	8	Välja simuleringstid för ett befintligt EcoProIT tool-system och simulera i AutoMod	Testa hur väl manualen guidar både erfarna och oerfarna AutoMod-användare genom en EcoProIT tool-simulering samt att lokalisera problem som försvårade uppgiften.

Deltagare

Det ansågs viktigt att få både en förståelse för hur användarvänlig manualen var för testpersonerna och att få konkreta förslag på förbättringar, därför delades testet upp i två delar. I den första delen skulle en uppgift lösas individuellt, av både en expertgrupp bestående av personer med hög erfarenhet inom produktionsteknik och en nybörjargrupp bestående av civilingenjörsstudenter inom samma område. I den andra delen fick testpersonerna, som här enbart bestod av studenter, parvis utföra en annan uppgift. Den enskilda uppgiften var tänkt att ge en bredare överblick på manualen i sin helhet medan gruppuppgiften skulle ge exempel på förbättringar. Anledningen till att både experter och nybörjare deltog i testet var för att se hur olika potentiella användare klarade av att lösa uppgiften, enligt 2.3.3. Subgrupp. Det var nio personer som deltog i testerna men alla personer deltog inte i alla tester. Testet var tänkt att pågå i ungefär 30 minuter men vissa tester drog över med ca tio minuter då det eftersträvades att inte avbryta dem. I de fall där uppgiftsutförandet tog för lång tid avbröts dem för att en intervju skulle hinnas med.

Före testet

Som första moment i testen fick deltagarna läsa en introduktion om testets syfte och mål samt svara på bakgrundsfrågor som handlade om tidigare erfarenheter, se avsnitt 2.3.7. Frågeformulär under Bakgrundsformulär. Detta för att i analysen kunna dra paralleller mellan resultat och tidigare erfarenheter. Innan uppgiften påbörjades hölls även en kort muntlig presentation för att förtydliga vad testet handlade om, varför det utfördes och hur det skulle utföras. Testpersonerna fick frågan om det gick bra att 5n spelades in och det förtydligades att testet var helt prestationslöst. Detta för att personen skulle känna

sig bekväm i situationen, se teoridel 2.3.9. Intervjuer under Planering och utförande av intervju.

Testutförande, Individuella tester

De individuella testerna bestod av två uppgifter, en i EcoProIT tool och en i AutoMod. Totalt deltog åtta personer i de individuella testerna men endast fem stycken utförde båda uppgifterna. Anledningen till detta var en rådande tidsbrist under testernas gång och AutoMod-uppgiften, som ansågs vara viktigare, prioriterades i detta fall.

Under testet var tanken att observatörerna bland annat skulle lägga märke till hur lätt testpersonerna kunde lösa uppgiften med hjälp av *User Manual*, om testpersonerna hade svårigheter vid något särskilt moment och om personerna använder sig av länkfunktionerna som tillhör webbformatet wiki. Två personer ur projektgruppen agerade observatörer under utförandet av uppgiften. En av observatörerna observerade vilka delmoment deltagaren klarade av och vad som låg bakom eventuella misslyckanden. Den andra observatören studerade mer generella frågor såsom hur deltagaren gjorde för att hitta den informationen som behövdes och hur lång tid utförandet tog, se 2.3.8. Observation. Moderatorns roll under testerna var passiv trots att teorin säger att rollen bör vara mer aktiv vid ett test på en produkt i en tidig utvecklingsfas. Testet ansågs kräva stor koncentration från testdeltagaren och en aktiv moderator hade kunnat uppfattas som störande. I de fall då testpersonerna hade svårt att komma vidare hjälpte moderatören vid behov till för att leda in dem på rätt väg. Frågor från moderatören ställdes inte under uppgiftens gång, enligt avsnitt 2.3.6. Moderatören.

Testutförande, Gruppuppgift

Under gruppuppgiften fick testpersonerna arbeta i par och testet utfördes på totalt tre par. De blev tilldelade en uppgiftsbeskrivning till en uppgift som skulle utföras i EcoProIT tool. Anledningen till att testet utfördes i par var för att denna uppgift ansågs kräva en högre förståelse än tidigare uppgifter. Genom att lyssna på försökspersonernas pågående dialog var det möjligt att få en tydligare bild av nivån av förståelse samt konkreta förbättringsområden.

Detta test var utav en mer avslappnad karaktär. När paren utförde testerna låg huvudfokus på vad de pratade om, vilka delar de tyckte var svåra och om de klarade av att lösa uppgiften. Moderatören höll en låg profil för att inte störa diskussionerna och lät deltagarna tänka helt fritt, se 2.3.6 Moderatören. De pågående dialogerna spelades in under utförandets gång, detta för att de lättare skulle kunna analyseras i efterhand. Två personer ur projektgruppen observerade, på samma sätt som i den individuella uppgiften.

Efter uppgiften

Efter respektive utförd uppgift hölls en kort, semi-strukturerad, intervju där frågorna som ställdes följde en särskild mall för att få mer standardiserade svar som sedan underlättade analysen. Semi-strukturen på intervjun gjorde det möjligt att ställa följdfrågor, se teoriavsnitt 2.3.9 Intervjuer under Semistrukturerade intervjuer. Anledningen till att intervjuer valdes och inte enkäter var för att testpersonernas tankar och känslor kring användarmanualen efterfrågades. Detta är något som är svårt att få ut

från enkäter och rena observationer, se teoriavsnitt 2.3.7. Frågeformulär och 2.3.9. Intervjuer under Intervjuer som datainsamlingsmetod. Frågorna var uppdelade i tre frågekategorier som härstammade från de tre, tidigare nämnda, målen med användbarhetstesterna. Till varje kategori hörde tre frågor och utöver dessa fanns det några få frågor som var mer allomfattande, se 2.3.9 Intervjuer under Utveckla en uppsättning frågor. Punkter som behandlades var bland annat om manualens innehåll var relevant för uppgiften, om det var något i manualen som var svårt att förstå och om det finns något som skulle ha fått testpersonen att förstå bättre. Samtliga intervjuer spelades in för att svaren skulle sparas samtidigt som intervjun skulle flyta på så naturligt som möjligt. Efter att intervjun och testet var klart hölls ett kort samtal där det uppmärksammades att testet som utförts hade varit till stor hjälp och gett mycket bra inputs. Detta för att testpersonerna skulle lämna testet med en positiv känsla se teoriavsnitt 2.3.9 Intervjuer under Planering och utförande av intervju.

Analys av användbarhetstest

Direkt efter respektive test samlades allt material från testet in och när alla tester var klara sammanställdes all data. Efter att ha gått igenom alla observationsmallar sorterades de mest utmärkande svårigheterna efter likhet och kategoriserades sedan, enligt bottom-up-metoden i teoriavsnitt 2.3.10. Analys av användbarhetstest. Kategorierna presenterades i en tabell. Alla ljudinspelningar transkriberades för att sedan analyseras och kategoriseras på samma sätt som observationerna. Även dessa resultat lades in i en tabell. Samtliga testpersoners resultat analyserades tillsammans med de svar de angivit i bakgrundsfrågorna. När samtliga observationer och intervjuer var analyserade delades problemen, enligt teorin om 2.3.10. Analys av användbarhetstest, upp i globala och lokala problem. Till problemen togs det fram förbättringsåtgärder.

3.3. Validering

Förstudier inom datainsamling, se teori 2.4 Datainsamling inför analys, och intervjuer med studenterna på Volvo Floby genomfördes. Olika alternativ för vad programmet EcoProIT tool skulle valideras mot diskuterades och ett slutgiltigt alternativ fastställdes, vilket blev att utföra valideringen mot utdata utdata i form av antal färdiga produkter, energiförbrukning samt maskinernas utnyttjandegrad, från Volvo Flobys och en simulering i Plant Simulation[24]. En konceptuell modell, enligt Bilaga A, av den verkliga produktionslinan vars värden EcoProIT tool skulle valideras mot erhöles av studenterna Andersson och Dettman som jobbade med produktionslinan. En rundtur i samband med ett studiebesök på Volvo Floby hölls för att gå igenom produktionslinan med den konceptuella modellen som bas. Baserat på studiebesöket togs en ny konceptuell modell fram med vissa antaganden och förenklingar av produktionslinan. Sedan modellerades en modell upp i EcoProIT tool som sen låg till grund för valideringen.

Innan värdena från de mätningar som gjorts, av Andersson och Dettman på Volvos fabrik i Floby, kunde föras in i modellen omräknades dessa för att stämma överens med de parametrar EcoProIT tool krävde. Antaganden och nya beräkningar utfördes för några värden. För att värdena i den uppritade modellen skulle överensstamma med verkligheten så bra som möjligt fördes kontinuerlig kommunikation kring värdena mellan gruppen, studenterna på Volvo Floby och handledaren. Simuleringen av

valideringsfallet har körts 40 timmar plus warm up på 39 timmar trots att mottagen data från examensarbetet är för ett år. Detta är på grund av att långa simuleringstider blir ohanterliga i den nuvarande versionen av EcoProIT tool.

Validering skedde genom jämförelse av tre utvalda utdata som fanns att tillgå i både Plan Simulation och EcoProIT tool med AutoMod. För att utvärdera var i valideringen det fanns möjliga felkällor kontrollerades de moment som utförts i valideringen. I EcoProIT tool kontrollerades att alla värden var korrekt angivna mot de omräknade värdena. De omräknade värdena antogs vara rätt beräknade utifrån det mätdata som erhöles. Utifrån de värden som AutoMod genererade kunde fel upptäckas och ändras. Detta utfördes fram till att alla avvikelser låg inom felmarginalen eller kunde förklaras på andra sätt. AutoMod kördes även flera gånger med olika "slumpmässiga tal" för att säkerställa att dess resultat inte berodde på statistiska avvikelser.

3.4. Buggar och releaser

Vid utveckling av ny programvara är det vanligt att det i varje ny utgåva finns buggar som inte upptäcks fören programmet används. Det är oväsentligt att redovisa hur varje enskild bugg har upptäckts under arbetets gång, men processen som har använts för att förbättra dem är viktigt att ta upp. Detta eftersom det har tagit mycket tid att få programmet att fungera som tänkt för att kunna utföra övriga uppgifter.

När en bugg upptäcktes skrevs den in i en bugglista på EcoProIT tools wikisida. Därifrån behandlas buggarna av EcoProIT tools utvecklare Jon Andersson. Den metoden har använts och fungerat bra för mindre buggar, men vissa buggar som har orsakar större problem i arbetsgången har behövt snabbare lösningar. När detta skett har mailkontakt varit det främsta kommunikationsmedlet.

Eftersom det fanns en svårighet att i början skilja på vad som var fel och vad gruppen inte förstod har många möten hållits för att förtydliga programmet där Anderssons vision inte lyckats förmedlas korrekt.

Kandidatgruppen har fungerat som ett bollplank angående frågor som Jon själv tänkt på samt kommit med egna förbättringsförslag som påkommit vid arbete i EcoProIT tool. Dessa frågor har tagits upp vid veckobaserade möten eftersom det inte är uppenbart rätt och fel utan behöver diskuteras mer djupgående.

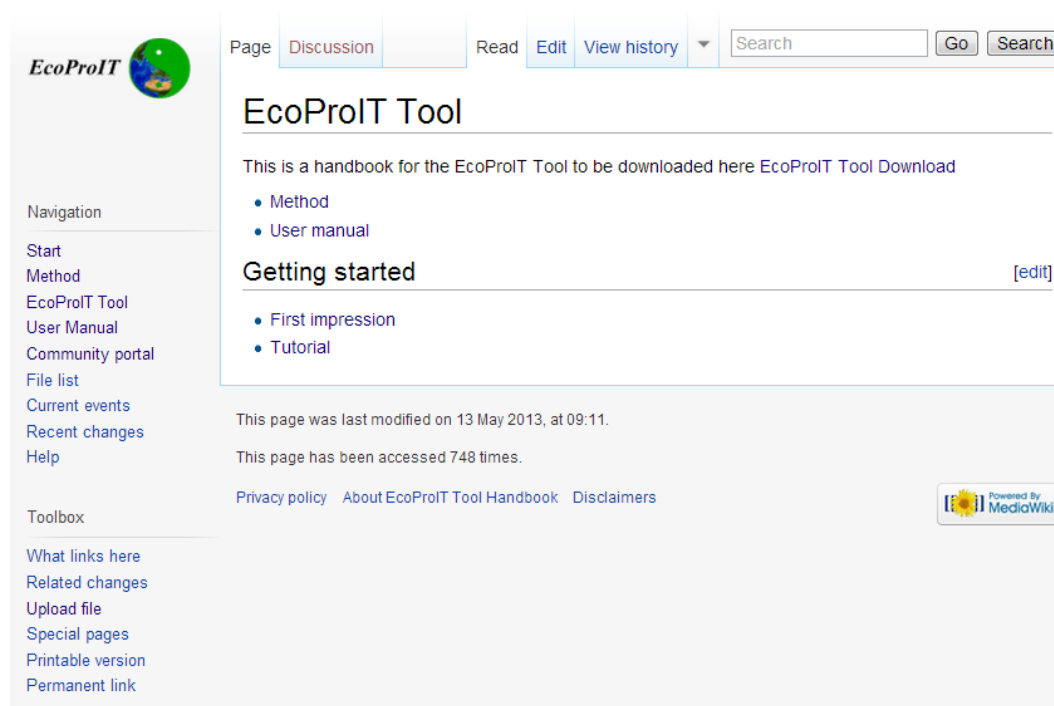
4. Resultat och analys

Manualen kan ses på: <http://ppdpc852.ppd.chalmers.se:8010/index.php?title= Tool>.

Det är denna utgåva som användbarhetstesterna har utförts på. Inga genererade förbättringsförslag implementerats på sidan.

4.1. Användarmanual

Användarmanualen som är utvecklad i wiki-format består av fyra huvuddelar, *First Impression*, *User Manual*, *Tutorial* och *Method*. Dessa delar ligger under wikins startsida enligt Figur 3 och hamnar som förstasida när användarmanualen öppnas. *Method* är skriven av EcoProIT tools utvecklare och beskriver metoden för hur miljöanalys med hjälp av DES-program kan utföras på ett produktionssystem. Resterande delar har utvecklats under kandidatarbetet och varje del beskrivs utförligt nedan.



Figur 3 Förstasidan för EcoProIT tools användarmanual i wiki-format.

Användaren och användning

Enligt 2.2.2 Manualer i allmänhet under Användare är det viktigt att ta hänsyn till användare samt hur och var manualen ska användas. Detta har legat till grund för hur användningen och användaren av manualen har definierats.

Användarmanualen som har utvecklats för EcoProIT tool ska användas av produktionsingenjörer. Dess syfte är att underlätta användandet av analysprogrammet EcoProIT tool. Att användare har begränsats till produktionsingenjörer innebär att grundläggande kunskap om produktion hos användaren kan antas och produktionstermer kan användas i informationen utan vidare förklaring. Produktionsingenjörerna antas ha datorvana och tidigare erfarenhet av någon form av analys- eller simuleringsprogram kopplat till produktion.

Användarmanualen ska användas i kontorsmiljö under arbetstid. Den ska både guida användaren genom en fullständig analys i EcoProIT tool och fungera som stöd när användaren stöter på problem. För att detta ska vara möjligt måste användarmanualen vara uppbyggd så att den kan läsas både i ett flöde och som separata delar för att hitta information eller lösa ett specifikt problem. Både användarmanualen och EcoProIT tool utgår ifrån att det finns en färdig konceptuell modell, det vill säga en ritning, av den produktion som ska behandlas vid start av modellering.

4.1.1. User Manual

User Manual som är huvuddelen i användarmanualen kan användas fristående utan resterande delar och den täcker all information som användaren behöver för att använda EcoProIT tool. Tanken med *User Manual* är att den ska fungera som en bas vid användning av hela användarmanualen. Den fungerar både för användaren som tidigare analyserats med hjälp av EcoProIT tool och för de användare som är helt obekanta med programmet.

Manualen har utvecklats med grund i teoriavsnittet 2.2 Användarmanual i wikiformat som studerats i förstudierna. Med teori som bas har text, bilder och struktur utformats för att användaren ska vilja och kunna använda manualen på ett effektivt sätt. Den manual som utvecklats är uppbyggd med en wiki-struktur, vilket innebär att olika sidor är länkade till varandra och ger möjlighet till orientering mellan olika sidor. I det flöde som manualen presenteras i finns många mindre omfattande sidor infogade. Alla dessa sidor kan även visas var för sig.

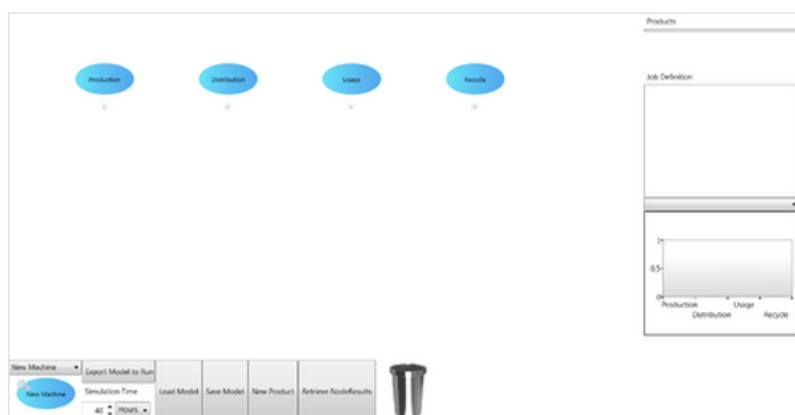
En lättförståelig manual

Eftersom att en manual ska vara lättförståelig har flera metoder använts för att uppnå detta. Manualen har en hierarkisk uppbyggnad vilket gör att användaren kan följa den och i rätt ordning få den information som behövs när den behövs. Att manualen utformats hierarkiskt beror dels på wikis standardstruktur och understryks även av teorin under avsnitt 2.2.4 Att skapa en lättförståelig text. Grundprincipen av en hierarkisk modell är att först presentera generell information för att sedan gå in på de mer specifika. Detta syns i användarmanualen genom att den är utvecklad i form av fördjupningssidor. På huvudsidan finns den generella informationen och där även en länk som leder till djupare information inom ämnet. Ett exempel på detta finns under rubriken "Basic Layout", här presenteras först en bild på EcoProIT tools förstasida med en förklarande text och en länk till en ny sida som närmare förklarar användning och funktioner. Detta illustreras i Figur 4.

Basic Features

General Layout

This is the general layout of EcoProIT, a more [detailed overview](#) of the functions are available if necessary.



Figur 4 Bild från *User Manual* generell information om den allmänna utformningen på EcoProIT tools förstasida.

Genom att klicka antingen på bilden eller på länken i texten "detailed overview" under underrubriken General Layout kommer användaren till en sida med mer detaljerad information kring funktionerna på EcoProIT tools förstasida. Detta illustreras i Figur 5.

Nodes

Nodes are the base of the model, when the model is done it will be built up of multiple [connected nodes](#) in a Hierarchy manner.



Products

When new products are inserted they appear in the square up in in the right corner under the heading Products. Once the [products path](#) through the factory has been set, the products appear in the [job definitions](#). Here is where each machines sub jobs are allocated to the different products.

Toolbar

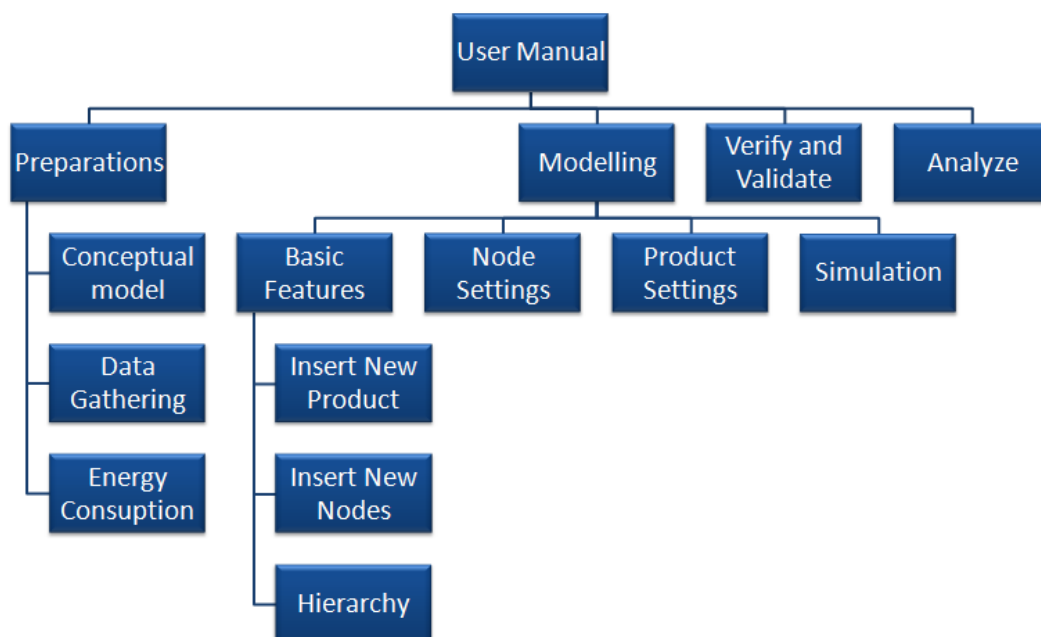


- Simulation Time - Choose for how long the simulation should run, AutoMod will use this time automatically and will stop when it has been fulfilled.
- New machine - Use to insert more nodes to build the model, the model should be built [Hierarchy](#) from the factory down to each machine in production. Try to build in as much information for the product as possible under the nodes distribution, usage and recycle even though it is not as easily done as for production.
- Export model to run - Use when the model is done, **save the model as a filename.m** which is used in the simulation process in AutoMod.

Figur 5 Bild från *User Manual* som visar fördjupningsinformationen under länken om den allmänna utformningen på EcoProIT tools förstasida.

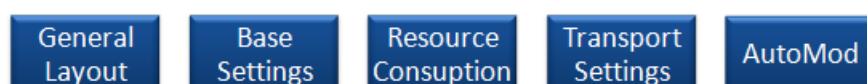
Formatering

Manualens förstasida är uppbyggd av många små fristående sidor som är infogade efter varandra. Det finns tre huvudsakliga anledningar till att detta upplägg har använts. Den första är att de fristående sidorna bara behöver skapas en gång och sedan kan infogas på de platser där den behövs, istället för att samma text eller bild skapas på flera olika platser. Den andra anledningen är att det ger möjlighet till att enbart visa den fristående sidan, vilket kan vara en fördel då en specifik del av informationen önskas. Det är detta som gör manualen sökbar i sökrutan eftersom varje sida är uppdelad i specifika områden och därmed kan kännas igen. Den tredje och sista anledningen är att en kronologisk informationsstruktur skapas som ger möjlighet för användaren att läsa manualen från början till slut på ett sätt som påminner om en tryckt manual. Huvudsidan på manualen är uppbyggd enligt Figur 6. Varje ruta symboliserar en fristående sida som är kopplad till *User Manual* enligt hierarkin.



Figur 6 Hierarkiskt schema som beskriver uppbyggnaden av *User Manual*. Enbart det som visas direkt under *User Manual*, det vill säga inga fristående sidor.

All information ansågs inte passa in direkt under manualen utan fungerar som fördjupning eller komplettering till informationen som finns där. De sidorna visas i Figur 7.



Figur 7 De fristående sidor som är kopplade till *User Manual*.

Vad som skulle vara med i manualen i form av fördjupning eller komplettering beslutades med tanke på vilka funktioner som ansågs viktigast samt vad användaren är intresserad av att veta. Till exempel så antas produktionsingenjören inte ha kunskaper om EcoProIT tool sedan tidigare, därför är dessa instruktioner mer detaljerade på manualens förstasida. Däremot antas de ha tidigare kunskap om simuleringsprogram

som till exempel AutoMod. Därför presenteras informationen om AutoMod i en sida utanför manualens förstasida.

För att ytterligare underlätta när en användare söker i användarmanualen har två lösa sidor med namnen *Nodes* och *Products* skapats. Detta eftersom de båda orden är ofta återkommande termer i analysprocessen i EcoProIT tool. Innan sidorna skapades ansågs sökningen vara för bristfällig för sökning på just dessa ord jämfört med hur relevanta de är. All information som finns på sidorna återfinns i manualen. Skillnaden är att på de fristående sidorna ligger informationen mer komprimerat och är specifikt inriktad på *Nodes* och *Products*. Hur sidorna är uppbyggda visas i Figur 8.



Figur 8 De fristående sidor som enbart går att söka efter och dess uppbyggnad.

Hitta information

Eftersom en manual oftast inte används från början till slut är det viktigt att den är sökbar. För att det ska gå snabbt och lätt att hitta den information som söks, när användaren fastnat i processen, har manualen ett flertal sökmetoder.

Innehållsförteckningen, enligt Figur 9, som finns i början av alla sidor med fler än en rubrik används på nästan samma sätt som i en bok. Det som skiljer sig i är möjligheten att klicka på en rubrik i innehållsförteckningen och direkt förflyttas till motsvarande del i manualen. Innehållsförteckningen leder dock inte till andra sidor utan behandlar enbart den information som ligger under den aktuella sidan.

För att hitta till andra sidor som inte ligger direkt under manualens förstasida används sök- eller länkfunktioner. Sökfunktionen används genom att skriva in sökord i sökrutan på användarmanualen. Då kommer användaren antingen direkt till en ny sida med samma namn som sökordet eller till en mellansida med olika länkar till sidor relaterade till sökningen. Länkarna som finns utplacerade i texten används för att ytterligare information relaterat till aktuella ämnet ska vara lätt att hitta. Genom att klicka på en länk förflyttas användaren till den länkade sidan. Länkarna är inbakade i brödtexten men skiljer sig med sin blå färg. Ordet som bildar länken ger en beskrivning om vart länken leder. Det blir en ledtråd enligt avsnitt 2.2.3 Att skapa en lättläst text.

Contents [hide]	
1 PREPARATIONS	
1.1 Before Starting The Project	
1.1.1 Goals	
1.1.2 Boundaries	
1.1.3 Conceptual model	
1.2 Data Gathering	
1.3 Energy Consumption	
2 MODELING	
2.1 Basic Features	
2.1.1 General Layout	
2.1.2 Hierarchy	
2.1.3 Insert New Nodes	
2.1.4 Place the Nodes	
2.1.5 Connect Nodes	
2.1.6 Insert New Products	
2.2 Settings	
2.2.1 Node Settings	
2.2.1.1 Rename Node	
2.2.1.2 Base Tab	
2.2.1.3 Resource Consumption Tab	
2.2.1.4 Transport Base Tab	
2.2.2 Product Settings	
2.2.2.1 Set Product Path	
2.2.2.2 Job Definition	
2.2.2.3 Change colour	
2.2.2.4 Name Product	
2.3 Simulation	
2.3.1 Export Model to Run	
2.3.2 AutoMod	
2.3.3 Retrieve Results	
3 VERIFY AND VALIDATE	
3.1 Verify	
3.2 Validate	
4 ANALYZE RESULTS	

Figur 9 Innehållsförteckning i User Manual.

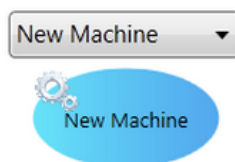
En lättläst manual

För att en användare av en manual ska börja läsa i manualen krävs det att den för användaren inte ser betungande ut. Mötan av att läsa manualen måste från användarens sida anses vara värd den hjälp som erhålls. För att uppnå en lättläst manual har flera olika ledtrådar skapats för att användaren lätt ska kunna hitta den information som eftersöks. Det har skapats en innehållsförteckning, rubriker och förklarande introduktionstexter. Det beskrivs längre ner.

User Manuals text har reducerats så mycket som gruppen ansåg möjligt för att ändå ge den information som användaren behöver. Detta eftersom det enligt avsnitt 2.2.3 Att skapa en lättläst text är ansträngande att läsa långa texter på skärm jämfört med på papper. För att minska andelen ren text har tabeller och figurer använts i så stor utsträckning som möjligt. De viktigaste verben och dess tillhörande ord har markerats med fetstil precis som syns på Figur 10, för att påvisa vad som är det viktigaste och dra användarens uppmärksamhet dit. Detta eftersom de viktiga verben enligt teorin att skapa en lättförståelig text ska göras extra synliga. De fetstilta orden finns utplacerade genom hela manualen och tanken är att de som tidigare använt EcoProIT tool ska kunna orientera sig enbart genom att använda de fetstilta orden. Även tips från teorin om meningssupplegning har tagits i beaktning när texten skrivits. De meningar som finns är korta och konkreta. Så få ord som möjligt har valts, men inte så få ord att det går ut över innehållet.

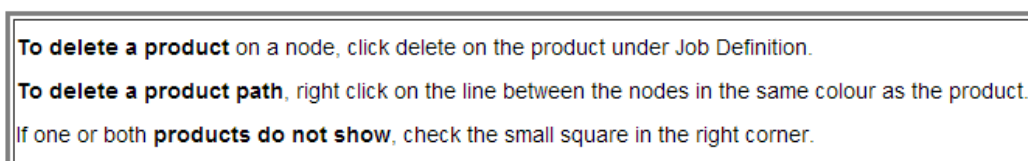
Insert New Nodes

First choose from the **scroll menu** the **type of node** that is wanted. The node under the scroll menu changes after what type of object that is chosen. To **insert** the node **double-click** on it and it will appear on the workspace. There are five types of nodes:



Figur 10 Exempel på hur verben och tillhörande ord markerats med fetstil.

Den information som anses vara extra viktig, extra relevant eller som lätt försvinner i samband med övrig text har ramats in i en box. Detta eftersom boxen ytterligare drar till sig användarens uppmärksamhet enligt gestaltungsreglerna i teorin om typografi. Text med inramningar, till exempel i Figur 11, har enbart använts i extrema fall för att understryka att den information som finns där är relevant och att det är värt ta till sig den information som finns inuti rutan.



Figur 11 Exempel på hur ramar använts för att påvisa viktig information som är lätt att missa.

Rubriker

Rubrikerna i manualen är korta och beskrivande, detta är korrekt enligt en av källorna i teorin om relevanta och förklarande rubriker. Manualen är uppdelad i fyra sektioner med huvudrubrikerna PREPARATIONS, MODELING, VERIFY AND VALIDATE och ANALYZE RESULTS. Huvudrubrikerna är skrivna i enbart versaler och i fet stil för att påvisa att dessa är just huvudrubriker. Dessutom har wiki en funktion som automatiskt gör en linje under en huvudrubrik. Då blir det ännu mer tydligt att manualen är uppdelad i sektioner. Huvudsektionerna är uppdelade efter vad projektgruppen, av egen erfarenhet, ansåg vara huvuddelarna i en analys i EcoProIT tool. Under huvudrubrikerna finns underrubriker, dessa är skrivna i både versaler och gemener. För att förtydliga att underrubrikerna inte hör till brödtexten har även dessa skrivits i fet stil. Den andra underrubriken i wiki-formatet var enligt gruppen för lik brödtexten för att ligga precis över. Därför har blanksteg använts för att förtydliga var rubriken är och vart dess stycken slutar. Alla beslut är fattade enligt teorin om rubriker. Figur 12 nedan visar ett utdrag från manualen där huvudrubriken, första och andra underrubrikerna visas tydligt.

PREPARATIONS

EcoProIT is a simulation-based tool for joint analysis of ecologic and economic aspects of a production. The tool is based on a structured method with focus on modulation and project execution. It is important to follow the [EcoProIT Method](#) to get a reliable and standardized result out of the analyses.

Before Starting The Project

To facilitate the analysis is it important to have decided and gathered certain information about the project and the cell to be analyzed. **Before starting it is recommended to set up:**

Goals

Set up project goals and define the level of detail on the project. The level of detail is in turn depending on the possible level of data gathering.

Boundaries

It is important to have clear limitations and boundaries. Boundaries prevent the project to become greater than what is needed to fulfill the goals. Boundaries for the system need to be defined according to the goals and limitations of the model.

Conceptual model

To facilitate the process and prevent errors in the final model, it is recommended to first make a simple sketch of the model. During the modeling part of the project the sketch will be the basis of the work. An example of conceptual model is shown below. This conceptual model has been modeled as a [hierarchy model](#) in EcoProIT as an example to show how to think when **translating a conceptual model to a hierarchy**.

Figur 12 Utdrag ur *User Manual* som illustrerar användning av tre rubriknivåer.

Rubrikernas namn valdes utefter vad som bäst beskrev texten under rubriken. Rubrikerna är tänkta att leda in användaren på rätt information så att texten blir lättläst. Därför har rubriker placerats ut där gruppen anser att oklarheter kan uppkomma. Rubrikerna är korta och beskrivande för att användaren snabbt ska kunna avgöra om rubriken är av intresse.

Styckena under huvudrubrikerna och de första underrubrikerna är indelade med ännu ett extra blanksteg för att förtydliga vilka stycken som hör till vilken rubrik och för att texten ska se mer luftig ut. Detta ger en mer, enligt teorin 2.2.4 Att skapa en

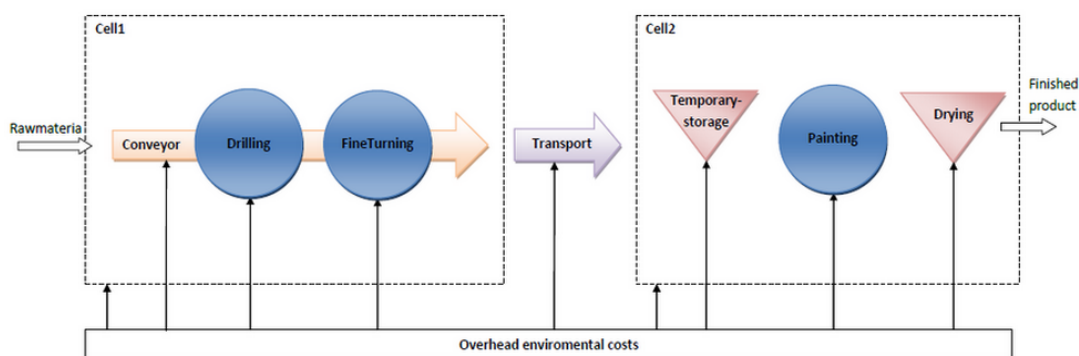
lättförståelig text under Layout på webben, inbjudande layout samt att de vita utrymmena hjälper till att gruppera informationen och ger ögat en chans att vila vilket är bra enligt teorin 2.2.4 Att skapa en lättförståelig text under Design.

4.1.2. Tutorial

För att ytterligare förtydliga manualen har ett konkret exempel tagits fram som en steg för steg beskrivning. Ett exempel enligt avsnitt 2.2.4 Att skapa en lättförståelig text ska vara tydligt, bekant och gärna fantasifullt. Därför har exemplet i *Tutorial* inspirerats av en verklig produktion på Volvo Floby.

Tanken med *Tutorial* är att användaren ska kunna läsa från början till slut men också om det behövs kunna hoppa in i den sektion där den eftersökta informationen finns. *Tutorial* består endast av sida och är enbart sökbar via innehållsförteckningen. Många av de figurer som finns i manualen återfinns också i *Tutorial* eftersom det blir lättare för användaren att känna igen sig i informationen.

En konceptuell modell, på en produktionslina enligt Figur 13, är given och utifrån den byggs modellen upp i EcoProIT tool, behandlas i AutoMod och resultaten hämtas tillbaka till EcoProIT tool. *Tutorial* består av sex steg med mycket beskrivande bilder. De steg som behandlas har delats in i sektioner. Sektionerna i *Tutorial* skiljer sig dock från de huvudrubriker som finns i manualen. Detta beror dels på att vissa av huvudrubrikerna inte behövs till det konkreta exemplet. Fokus i *Tutorial* ligger på att förmedla enbart den information som behövs för varje delmoment under en rubrik. De steg som beskrivs i *Tutorial* har numrerats för att tydligt påvisa att det är steg i ett exempel och inte enbart beskrivande information.



Figur 13 Konceptuell modell från *Tutorial*.

Exemplet som *Tutorial* baserats på har skapats för att vara så brett som möjligt för att motverka problem som kan uppstå. Flera olika noder behandlas och fler antal produkter infogas. Främst är det modellen i EcoProIT tool som kan variera och mindre variation har antagits i simuleringsdelen i AutoMod.

Lättläst och lättförståelig text

Eftersom *Tutorial*, som är baserat på ett konkret exempel, är texten som finns här mycket kortfattad. Den beskrivande information som användaren kan behöva har lagts i manualen. Meningarna som skrivits är korta och konkreta.

En kronologisk uppbyggnad har använts i exemplet vilket innebär att användaren kan följa processen från början med den konceptuella modellen till analysens slutsteg. Den kronologiska ordningen gör det även lättare för användaren att hoppa in i ett specifikt steg.

Formatering

Hela *Tutorial* har utvecklats som enbart en sida och inte av flera sidor, som manualen. Anledningen till det är att *Tutorial* inte är tänkt att fungera som en sökbar sida utan som ett exempel. Tanken är att den ska användas som en hjälp och att den kronologiska ordningen anses vara tillräckligt lätt för användaren att följa.

Hitta informationen

I *Tutorial* har ledtrådar skapats för att användaren lättare ska hitta den eftersökta informationen. På samma sätt som i manualen har de viktigaste orden i texten markerats med fetstil för att de ska dra till sig användarens uppmärksamhet. Det går att följa enbart de fetstilta orden genom *Tutorial*. Orden fungerar då som vägledning och påminner användaren om nästa steg.

En innehållsförteckning ger användaren en snabb överblick över innehållet. Rubrikerna som finns i innehållsförteckningen har som sagt beskrivits med en siffra men även med ett eller fler beskrivande ord, detta baseras på teorin 2.2.4 Att skapa en lättförståelig text under Relevanta och förklarande rubriker. I *Tutorial* finns inga underrubriker utan stegens huvudrubriker är de enda rubriker som finns. Detta eftersom stegen i exemplet ansågs utföras bäst i en följd. Att stegen är stora motverkar att användaren blandar ihop olika steg och gör det lättare att hitta den delen av exemplet användaren vill studera.

Om manualen har använts innan *Tutorial* öppnas kommer användaren känna igen de steg som är utförda på bilderna, och det blir lättare att ta sig till det steg som innehåller rätt information. Det understryks även i avsnitt 2.2.4 Att skapa en lättförståelig text. Innehållsförteckningen finns också att navigera sig genom.

Tutorial har inga länkar som leder vidare till andra sidor eftersom dess grund inte fungerar på samma sätt som en wiki utan är ett komplement till den manual som utvecklats.

4.1.3. First Impression

Sidan som kallas *First Impression* är skapad för att användaren ska ha en möjlighet att få en generell uppfattning om vad EcoProIT tool är och hur det används, innan ytterligare information i form av *User Manual* eller *Tutorial* behandlas. Sidan innehåller ingen egen information utan all information som finns i *First Impression* hittas även i *User Manual*. Informationen i *First Impression* är lättare att överblicka och ger därmed användaren ett första intryck som är lätt att ta till sig. Detta understryks i avsnitt 2.2.4 Att skapa en lättförståelig text. *First Impression* har samma koncept som manualen, det vill säga att mindre sidor är infogade i en huvudsida. Eftersom de mindre sidorna också är infogade i *User Manual* blir även *First Impression* sökbar på samma sätt som manualen.

4.1.4. LIX

På användarmanualens två delar *User Manual* och *Tutorial* utfördes det ett formellt test i form av en LIX-beräkning för att se om användarmanualen blivit skriven på en rimlig språklig nivå. Resultatet av det formella testet på *User Manual* samt *Tutorial* utföll enligt Tabell 4.

Tabell 4 Tabell över resultaten från LIX mätningarna.

Del av användarmanualen	LIX-tal	Tolkning
<i>User Manual</i>	30	Lättläst, Skönlitteratur, populärtidningar
<i>Tutorial</i>	25	Mycket lättläst, barnböcker

Resultatet från testerna visar att både *User Manual* och *Tutorial* är lättlästa enligt LIX definition, vilket var ett av målen för manualen. Eftersom båda delarna fick låga LIX-tal anses det att inga förbättringar till dessa delar bör genomföras om beslut enbart skulle baseras på de formella testerna. Testet visar även att *Tutorial* är mer lättläst än manualen vilket var tanken vid dess införande och därmed även bidrar till att bli ett mer lättanvänt komplement till manualen.

First Impression sidan har inte testas eftersom den är uppbyggd av utvalda delar från *User Manual*. På grund av detta samt att den inte ger ett fullständigt stöd till användning av programmet EcoProIT tool ansågs det inte relevant att jämföra dess formella egenskaper med *User Manual* och *Tutorial*. Inte heller de fristående sidorna har testats med LIX. Detta valdes bort eftersom testresultatet inte skulle vara talade för användarmanualen.

4.2. Användbarhetstest

I resultatdelen om användbarhetstestet redovisas först hur testet utformades. Sedan kommer en del som framhäver de problem som uppmärksammades under observationer och intervjuer samt en del med analyser kring testdeltagarnas resultat i förhållande till deras tidigare kunskaper. Sist redovisas förslag på lokala och globala förbättringsåtgärder till de uppmärksammade problemen. Endast delar ur *User Manual* har testats.

4.2.1. Testutformning

Till testet utvecklades en introduktionstext, bakgrundsformulär, uppgiftsbeskrivningar, observationsmallar och intervjufrågor. Samtliga dokument kan ses i Bilaga C.

Introduktionstexten innehåller en kort presentation om projektgruppen och projektets arbete. Den innehåller även en övergripande beskrivning om hur testet kommer att gå till väga och varför testet utförs.

Bakgrundsformuläret kombinerades med bakgrundsfrågor och pre-testfrågor, för att se skillnad på dessa se teoridel 2.3.7. Frågeformulär under Bakgrundsformulär. I bakgrundsformuläret fick deltagarna svara på frågor om deras tidigare erfarenheter, som var relevanta för användbarhetstestet. Bland annat fick de svara på frågor om sina erfarenheter inom simuleringsprogram, deras yrke och om de använder sig av handböcker vid användning av nya programvaror eller produkter. Mellan svaren på

dessa frågor och testpersonernas testresultat gjordes det en jämförande analys för att se hur personer med olika förkunskaper presterade.

Uppgiftsbeskrivningarna valdes att inte skrivas detaljerade för att efterlikna en verklig situation där uppgiftsbeskrivningarna sällan inte är helt givna och självklara. I de individuella testernas första uppgift skulle testpersonerna radera en befintlig väg för en given produkt för att sedan lägga till en ny produkt och dra en ny förutbestämd bana. Testets andra uppgift berörde simuleringen i AutoMod och deltagarna tilldelades här en färdig EcoProIT tool-modell som skulle exporteras till AutoMod för att sedan få tillbaka resultat till EcoProIT tool. Under gruppuppgifterna fick deltagarna arbeta parvis. De blev tilldelade en uppgiftsbeskrivning som innehöll en konceptuell modell över en produktionslina och deras uppgift var att översätta modellen till samt modellera upp ett hierarkisystem i EcoProIT tool.

Det togs fram fyra olika observationsmallar, se 2.3.8. Observation och samtal med sakkunnig, Mattsson [24]. En av dem var till för att anteckna allmänna observationer. Den belyste frågor som hur försökspersonen hittade instruktioner, hur lång tid det tog för personerna att utföra uppgiften och om personen stötte på några allmänna problem under testet. De resterande tre mallarna var checklistor som var anpassade efter varje uppgift. Syftet med mallarna var att bocka av vilka delmoment försökspersonerna klarade av och vad som var orsaken om de misslyckades.

Intervjufrågorna var uppdelade i tre kategorier som var anpassade efter användbarhetstestets mål som var:

- Att innehållet i manualen är lätt att förstå.
- Att det är lätt att hitta eftersökt information i manualen.
- Att innehållet i manualen hjälper till vid användning av programmet.

Varje kategori innehöll tre frågor var och det fanns även några kompletterande, allomfattande frågor, enligt teoriavsnitt 2.3.9. Intervjuer under Planering och utförande av intervjun.

4.2.2. Uppmärksammade problem från användbarhetstest

Två olika delar: det individuella testets och gruppstestets uppmärksammade problem presenteras nedan. Resultatet är uppdelat i två olika delar: en del med problemområden som observerats under testtillfället och en med problemområden som framkommit under intervjuerna.

User Manual är i ett tidigt utvecklingsstadium och djupare utvärdering av både *User Manuals* positiva och negativa sidor behöver utföras. Vid analys av resultatet har fokus lagats på vilka problemområden *User Manual* har snarare än *User Manuals* positiva sidor. Detta för att lättast kunna urskilja vad som är dåligt och kunna ta fram förbättringsförslag.

Resultat från de individuella testerna

Resultatet från både intervjuer och observationer vid de individuella testerna presenteras nedan samt analys kring testdeltagarnas resultat i förhållande till deras tidigare kunskaper.

Observationer

De problemområden som berörs i Tabell 5 och Tabell 6 är några av de mest utmärkande problemen som uppmärksammades under observationerna vid testerna. Tabell 5 visar de problem som uppmärksammades under AutoMod-uppgiften och Tabell 6 visar detsamma för uppgiften om produktens väg. Det är problem där testdeltagarna gör konkreta fel eller måste be om hjälp för att komma vidare men även svårigheter som personen lyckas lösa själv, fast det tog lång tid för dem. Under AutoMod-uppgiften märktes det att de som hade stor erfarenhet av programmet sedan tidigare kunde lösa uppkommande problem själva, medan många av de som inte hade så stor erfarenhet var tvungna att fråga om hjälp för att komma vidare. Delmoment som majoriteten av testpersonerna hade lätt att utföra var delarna som utfördes i EcoProIT tool så som att exportera och skapa en .m-fil. Detta var intressant eftersom då mer än hälften av deltagarna hade svårt att skapa en .dir-fil som utförs på samma sätt. Att få tillbaka värden från AutoMod till EcoProIT tool klarade samtliga testpersoner utan problem.

Tabell 5 Tabell över problemområden som observerats under testtillfället då AutoMod-uppgiften utfördes.

Problemområden som uppkom vid AutoMod-uppgiften	Antal personer som upplevde dessa	Kommentarer
Skapa en .dir-fil	5/8	Majoriteten av testpersonerna hade problem med att förstå att inte .dir behövdes skrivas in efter filnamnet. De flesta löste det dock själva efter ett tag.
Placera connectdb-fil rätt	2/8	Endast två gjorde fel men många fastnade och momentet tog långtid även för dem som klarade det.
Övergång mellan EcoProIT tool och AutoMod	4/8	Efter att ha exporterat filen, som görs i EcoProIT tool, hade hälften av deltagarna svårt att uppfatta vad som skulle göras därefter. Några förstod inte om de skulle göra något mer innan de skulle gå över till AutoMod eller förstod överhuvudtaget inte att de skulle använda ett nytt program.
Definiera variabler	7/8	Alla utom en testperson (som sedan tidigare hade god vana av AutoMod) hade mer eller mindre svårt att definiera variablerna. Många skrev in fel och hade även problem med vad som skulle göras med alla definieringsfönster som kommer upp.

Felmeddelande i AutoMod	2/8	Två personer blev osäkra när felmeddelande (som ska komma upp) dyker upp. De tror att det hänt något och försöker börja om.
Förstår inte när simuleringen är klar i AutoMod	3/8	När simuleringen är klar kommer texten "can not continue" upp. Personerna förstår inte att simuleringen då är klar utan försöker börja om eller hitta något annat sätt att köra den på.

Tabell 6 Tabell över problemområden som observerats under testtillfället då Produkt-uppgiften utfördes.

Problemområden som uppkom vid uppgiften om produkten	Antal personer som upplevde dessa	Kommentarer
Förstå skillnaden mellan produkt och maskin	4/5	Tog även bort kopplingarna mellan maskinerna i hierarkin. Förstod inte vad som var skillnaden på dessa och produktens bana.
Ta bort hela produktens väg	3/5	Lyckades ta bort produktens banan mellan maskinerna men inte helt från maskinerna. När de sedan ritade ut den nya banan upptäckte de felet, två klarade då av att lösa uppgiften efter att läst noggrannare i <i>User Manual</i> .

Intervjuer

I nedanstående Tabell 7 presenteras några av de svar försökspersonerna angav som svårt under sin intervju. Några områden uppfattades som extra svåra då många personer nämnde dessa. Exempel på deras kommentarer finns presenterade. Det som inte framgår i tabellen men även bör påpekas är de positiva delarna med *User Manual* som belystes. Bland annat uppskattade många att sidan var skriven i wiki-format och därmed lätt att söka i och att viktiga delar var belysta genom inramning. Bilderna var nödvändiga för förståelsen även om de kunde förbättras genom att vara större och inte lika suddiga.

Många av användarna var nöjda med *User Manual* i sin helhet. Till exempel svarade alla testpersoner "nej" på frågan om de hade klarat av att lösa uppgiften utan manualen, sex personer av åtta svarade att de tyckte att texten var tydlig och alla utom en tyckte att manualen var logiskt uppbyggd. Majoriteten tyckte även att det var lätta att hitta i manualen och att innehållet var relevant.

Tabell 7 - Tabell över problemområden som framkommit under intervjutillfällena vid de individuella testerna.

Problemområden	Antal testgrupper som upplevde dessa	Citat från intervjuer
AutoMod i allmänhet	2/8	<p>"Det där sista med AutoMod var svårt att förstå. Jag tycker ju att AutoMod är ett svårt program i sig, så det kanske är det."</p> <p>"Sen när man skulle in i AutoMod och ändra var det ganska långa beskrivningar för att lyckas med det. Och hade jag inte kunnat AutoMod sedan innan hade det nog tagit en ganska lång stund att fixa till allt det där."</p>
Connectdb	5/8	<p>"...och när man skulle få den här connectdb-filen, vad skulle man göra med den? För jag hittade den först när jag skulle öppna den mappen. Så där tappade jag bort mig lite"</p> <p>"Och sen skulle man flytta connectdb-filen. Det var lite snurrigt. Då visste jag inte var AutoModfilerna skulle sparas och så."</p>
Filhantering	3/8	<p>"Det var just det med filhanteringen" (på frågan om något var svårt att förstå)</p> <p>"Exporteringen till AutoMod var svår att förstå hur man skulle göra. Jag trodde att det skulle vara massa filtyper och vilken fil jag skulle ta var det som var svårt att förstå."</p>
Definiera variabler	5/8	<p>"Det var svårt att veta vad jag höll på med när jag skrev in variablerna. Om jag bara skulle trycka "OK" eller om jag skulle skriva in några värden"</p>
Övergång mellan EcoProIT tool och AutoMod	2/8	<p>"Jag förstod inte att jag skulle öppna AutoMod då." (efter export i EcoProIT tool)</p> <p>"Det trixiga är väl själva övergången mellan verktygen (EcoProIT tool och AutoMod)</p>
Bilder	6/8	<p>"Kanske att lite fler bilder, som pekar hur man ska dra och såhär, hade varit bra."</p> <p>"Det var svårt att veta vilken bild som hörde till vilken text."</p> <p>"Jag tycker att bilderna var för små så det gör att man blir onödigt förvirrad för man ser inte riktigt vad som står i dialogrutorna och sådär."</p>

Text	3/8	"Jag hade nog gjort den mer tutorial-aktig" "Man kanske kan ha mindre textmängd och större storlek på den text som finns"
Saknar information	3/8	"Det står ingenting om att du ska flytta på den här (angående rutan Job Definition), upp och ner, för att få produkten att gå andra vägar."

Resultat från grupptesterna

Här presenteras resultaten från både observationer och intervjuer vid grupptesterna samt analys kring testdeltagarnas resultat i förhållande till deras tidigare kunskaper.

Observationer

Problemområdena som behandlas i Tabell 9 nedan är de problem som utmärktes mest under testen. De största problemen som uppmärksammades var hur produktionslinans struktur skulle översättas till EcoProIT tool och att det var svårt att särskilja på olika termer som till exempel nod, cell och maskin. Alla grupper fick tillslut fram ett resultat som var snarlikt det korrekta resultatet men det tog lång tid och många fel gjordes på vägen, för att se hur hierarkin skulle se ut och hur respektive grupp presterade se Bilaga D. När problem uppkom försökte ett par grupper lösa uppgiften genom sporadiskt klickande istället för att försöka förstå texten. Det var tydligt att det var svårt att förstå hur en hierarkisk produktionslina är uppbyggd. Däremot förstod testgrupperna hur noder skulle tas fram och vilka noder som skulle tas fram utan problem.

Tabell 8 Tabell över problemområden som observerats under testtillfället vid grupptesterna.

Problemområden	Antal testgrupper som upplevde dessa	Kommentar
Översätta produktionslinans struktur till hierarkisk modell	3/3	Alla grupper gjorde mer eller mindre fel i uppbyggnaden och det tog lång tid innan de förstod tanken bakom den hierarkiska modellen i EcoProIT tool.
Särskilja på olika termer ex. nod, cell, maskin, produkt.	3/3	Samtliga grupper hade svårt att förstå skillnaden mellan olika termer och hur de används i EcoProIT tool, så som maskin, cell och produkt.
Ta bort noder och kopplingar	1/3	Hur kopplingar tas bort står i <i>User Manual</i> men gruppen hittade inte informationen.
Byta namn på noder	1/3	En grupp hade svårt att namnge noderna. Hittade inte informationen där detta står och var tvungna att gå igenom <i>User Manual</i> noga för att hitta.
Koppla ihop noder	2/3	Två grupper hade svårt att koppla ihop noderna. De hittade inte informationen som berör detta och var tvungna att gå igenom <i>User Manual</i> noga för att hitta.

Intervjuer

De tydligaste problemen som framkommit av intervjuerna redovisas i Tabell 10 nedan.

Tabell 9 Tabell över problemområden som framkommit under intervjutillfällena vid gruppstesterna

Problemområden	Antal testgrupper som upplevde dessa	Citat från intervjuer
Hierarkiskt tänkande	3/3	"Det är lite svårt att tänka i ett hierarkiskt flöde" "Naturligt är ju att man skulle dra från maskin 1 till maskin 2 och 3 men här hade man väl en gemensam nämnare i transporten"
Introduktion	3/3	"Man vill ha någon slags genvägsbeskrivning. En lathund som säger hur det fungerar och en sida med mer detaljerad information" "Man kanske hade velat ha en introduktion till hur programmet fungerar" "Jag tyckte att det svåraste var att komma igång"

Som kan ses i tabellen uppfattades det som att det svåraste i uppgiften var att förstå det hierarkiska tankesättet i EcoProIT tool och att någon typ av introduktion önskas. Två testpar påpekade även att de tittade mycket på bilderna och några personer hade kommentarer att de var suddiga. Något som gällde för alla deltagare var att det var svårt att förstå vad de olika begreppen som hör till produktionsteknik och flödessimulering betyder.

4.2.3. Analys kring testdeltagarnas resultat

Nedan beskrivs testdeltagarnas resultat i förhållande till deras tidigare kunskaper. Avsnittet är uppdelat efter användbarhetstestetets tre uppgifter

AutoMod

Tre av testpersonerna klassades som "experter" då dessa har stor erfarenhet av AutoMod och kunskaper inom produktionsteknik. Som går att se i Tabell 8 klarade expertgruppen av uppgiften med AutoMod betydligt snabbare än nybörjarna och det kan tilläggas att de inte gjorde några större misstag. De problem som uppkom löstes på egen hand och det märktes tydligt att personerna arbetat i AutoMod innan. *User Manual* användes mer för att bekräfta delmoment än att förstå hur hela uppgiften skulle utföras.

Övriga testdeltagare klassades som nybörjare. En av dem hade ingen erfarenhet och fyra hade lite erfarenhet av AutoMod och andra simuleringsprogram. Samtliga av dessa deltagare stötte på problem under uppgiftens gång men de som uppgav att de brukade använda sig av handböcker vid användning av nya program klarade uppgiften bättre och utan fel, med undantag till den personen som aldrig använt något simuleringsprogram

innan. Testpersonen utan någon tidigare erfarenhet av simuleringsprogram hade mycket svårt att lösa uppgiftens olika delar och det märkte tydligt att det rådde förvirring.

Sju personer klarade av att utföra uppgiften från början till slut. Fyra av dessa löste uppgiften helt själva, två klarade uppgiften men gjorde fel utan att de märkte det och en person bad om hjälp för att komma vidare för att sedan lösa uppgiften. Den åttonde personen var tvungen att avbrytas när tiden var ute.

Det var tydligt att testpersonen som hade tidigare erfarenheter av ett simuleringsprogram, och då i synnerhet AutoMod, hade lättare att utföra uppgiften. Då EcoProIT tool och användarmanualen främst riktar sig till produktionsingenjörer antas dessa ha viss förståelse för hur ett simuleringsprogram används och fungerar. Men detta ska inte vara en förutsättning för att användaren ska klara av att utföra miljöanalyser EcoProIT tool.

Produktens flödesväg

Generellt sett var det tydligt att de personer med erfarenhet från andra analys- och simuleringsprogram hade en djupare förståelse i vad uppgiften, gällande produktens väg, innebar. Det gick inte att säga att de löste uppgiften under kortare tid men deras slutgiltiga resultat var antingen helt rätt eller nästintill helt rätt.

Det gick inte att se någon tydlig resultatskillnad mellan de personer som sa sig använda handböcker och de som inte gjorde det. Alla deltagare behövde *User Manual* för att kunna lösa uppgiften men de med mer generell erfarenhet från simuleringar flödesanalys var inte lika beroende av den.

Vid uppgiftens slut hade tre personer lyckats modellera hela produktens bana korrekt. Ytterligare en person klarade att lösa uppgiften men behövde be om hjälp för att komma vidare och en person klarade inte av uppgiften alls.

De tider som varje testperson tog på sig för att lösa den individuella uppgiften finns presenterade i Tabell 8. Testperson 1-3 tillhör expertgruppen och testperson 4-8 tillhör nybörjargruppen.

Tabell 10 Tabell över testpersonernas testtid per respektive individuella uppgift.

Testperson	Tid: Produkt (min)	Tid: AutoMod (min)
1	8	10
2	16	14
3	10	11
4	6	25
5	11	20
6	ej genomfört	25
7	ej genomfört	20
8	ej genomfört	30

Bygga struktur

Uppgiften utfördes i grupper om två och samtliga grupper hade svårt att förstå den hierarkiska uppbyggnaden. Ingen grupp lyckades lösa gruppuppgiften felfritt men alla slutresultat låg nära det korrekta resultatet. Kunskaperna inom grupperna var mixade, alla grupper hade åtminstone en person som hade tidigare erfarenhet av analysprogram och en konceptuell modell. Det är dock tveksamt om testpersonerna förstod vad som menades med analysprogram i bakgrundsfrågan då denna fråga var vagt formulerad (något som förtydligades längre fram i undersökningen). Ingen markant skillnad märktes mellan eller inom grupperna utefter individernas förkunskaper. Något som kan bero på att uppbyggnadsstrukturen i EcoProIT tool skiljer sig markant från vad testpersonerna kommit i kontakt med tidigare, utifrån testpersonernas egna uttalanden. En grupp uppgav dock att de inte brukade använda sig av användarmanualer vid användning av nya program vilket märktes då de hade svårare att hitta basfunktioner och hur de skulle utföra enklare deluppgifter.

4.3. Förbättringsåtgärder

I texten nedan beskrivs hur de mest utmärkande problemen och bristerna i *User Manual*, som framkom under användbarhetstestet, skulle kunna lösas. Några av förslagen berör ett visst stycke i texten medan andra är mer globala förbättringsåtgärder som bör utföras på hela *User Manual*. Förändringarna som krävs för att förbättra förståelsen av *User Manual* är i många fall små och texterna behöver i nästan alla fall enbart förtydligas eller omplaceras och inte omarbetas helt.

Att manualen är skriven i wiki-format skapar stora möjligheter då det är lätt att hitta information eftersom informationen är sökbar samt att det är lätt att gå mellan olika steg och moment. Användarmanualen är också lättillgänglig då den är internetbaserad. Däremot bidrar formatet till en del begränsningarna. Användarmanualen kan inte utformas hur som helst och där med inte heller *User Manual*. Det finns ett standardgränssnitt som måste följas vilket är ett format som kanske inte passar alla. När förbättringsförslag genererades hölls begränsningarna med wiki-formatet i åtanke.

Några testpersoner påpekade en avsaknad av en tutorialliknande manual, då de ville veta mer steg för steg hur de skulle göra. Det bör dock tilläggas att det finns ett tutorial-avsnitt i användarmanualen men att testet var avgränsat att bara utvärdera *User Manual* då den ansågs ha större utvecklingspotential. Det var även en del av testpersonerna som önskade att få en kort introduktion av programmet. Även detta finns i användarmanualen men testpersonerna var inte tillåtna att titta på den under testets gång. Däremot kan det vara en bra idé att referera till avsnittet *First Impression* och *Tutorial* tidigt i *User Manual* och vice versa för att upplysa användaren om att dessa delar också finns.

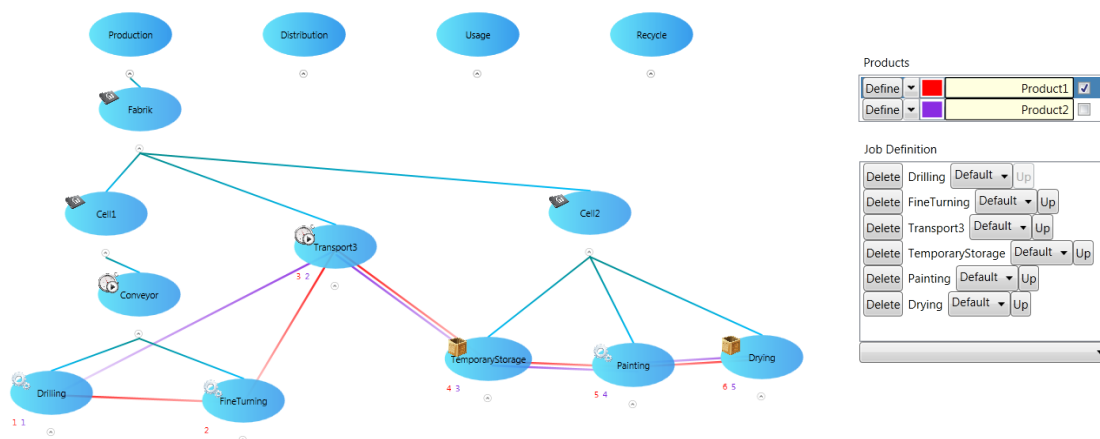
4.3.1. Förslag till lokala problem i *User Manual*

Delmomentet att förstå hur den konceptuella modellen skulle översättas till en hierarkisk struktur upplevdes som svårt för många testpersoner. Inte bara det nya hierarkiska tänket utan även många tekniska termer bidrog till en förhöjd svårighetsgrad. För att underlätta förståelsen och göra det lättare att översätta en konceptuell modell till en hierarkisk struktur finns det redan en bild över en konceptuell

modell med tillhörande struktur i *User Manual*. Dessa två bör placeras närmare varandra för att användaren lättare ska kunna jämföra bilderna. Problem med att särskilja olika termer så som cell, maskin och produkt uppstod under testerna. Ett förslag till att lösa detta är att skapa en ordlista med termer och en kort förklarande text till varje term. Termerna kan också förtydligas med bilder.

Att ändra namn på noderna har en del personer haft problem med. Det står tydligt i *User Manual* att för att ändra namn ska det klickas på det provisoriska namnet högst upp i inställningsfönstret. Detta kan dock förtydligas med en bild där det provisoriska namnet är markerat tydligt.

Många testpersoner uppfattade det som svårt att förstå skillnaden på vad i EcoProIT tool som var produkt och vad som var, till exempel, en maskin. Detta ledde bland annat till att personerna raderade alla streck tillhörande hela hierarkin när de enbart skulle radera en given produkts väg. Figur 14 är hämtad från *User Manual* och visar både en produktions hierarkiska struktur och två produkters väg genom flödet.



Figur 14 Hierarkisk modell med två produkters väg genom flödet.

Rutan i EcoProIT tools övre högra hörn i Figur 14 visar den röda Product1 och lila Product2. Till vänster i bilden visas den hierarkiska strukturen och de båda produkternas väg är utritad. Många testpersoner valde att radera de blå strecken samtidigt som de raderade produktens bana, i det här fallet de röda och lila och att skilja på dem är uppenbarligen ett problem. För att undvika detta problem hade en uppdatering av bilden, där produktens väg märks ut tydligare, underlättat. Det finns ytterligare exempel på delar av *User Manual* som kan förtydligas för att särskilja produkt och maskin ytterligare. Nedanstående text med tillhörande bild, Figur 15, är en av dessa.

Product Settings [edit]

Set Product Path [edit]

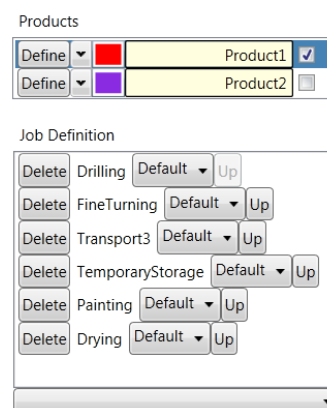
To **define each products path** through the production, click anywhere on the product in the right corner, **hold and drag to desired node**. When this is done product settings appears in the square on the right under the heading Job Definition and a small number in the same colour as the product will appear next to the node.

Figur 15 Exempel på problemområde som kan förtydligas i bild och text.

Genom att markera den röda siffran i Figur 15 och lägga till en text som förklarar noggrannare att siffran representerar produkten kan problemet undvikas.

När testpersonerna skulle radera ett streck valde de att klicka på strecket som de vill radera och även om strecket försvann ligger det ändå kvar i programmets minne. För att radera strecket helt krävdes att deltagaren klickade på "Delete" i rutan "Job Definition". Se Figur 16.

I *User Manual* fanns det en textruta som tydligt förklarade hur användaren skulle göra för att radera en produkt men en förtydligande bild där "Delete-rutan" är markerad skulle hjälpa användaren att förstå bättre.



Figur 16 - Bild över rutan Job Definition

Ett par deltagare hade svårt att förstå vad de skulle göra efter att ha klickat på "Export model to run". Nästa steg var att gå över till AutoMod och fortsätta simuleringen där men då detta inte står tydligt i *User Manual* blev många förvirrade. För att lösa detta kan en kort text skrivas till, efter stycket om "Export model to run", som talar om att det som ska ställas in i EcoProIT tool nu är klart och att det är dags att gå vidare till AutoMod.

Många av testpersonerna hade svårt att skapa en *.dir-fil* i AutoMod. I *User Manual* står det för tillfället inte hur en *.dir-fil* skapas utan bara att det ska skapas en, något som behöver förtydligas. Ett litet textavsnitt där det förklaras hur en *.dir-fil* skapas bör läggas till så att inte detta momenten, som egentligen är tämligen enkelt, inte tar upp onödig tid för användaren.

Fler av testdeltagarna upplevde det svårt att veta vad de skulle göra med alla filer som skapades, ett exempel på detta är *connectdb-filen*. I början av AutoMod-avsnittet i *User Manual* står det hur filen ska hanteras och vart den ska placeras för att rätt data erhållas. Några av testpersonerna upplevde formuleringen förvirrande då de inte visste om de skulle göra något mer med filen efter att den placerats på korrekt plats. Ett kort förtydligande över att filen inte behöver hanteras efter att den placerats rätt bör tilläggas. Ett par personer missade även att hantera filen överhuvudtaget. Avsnittet där hanteringen av filen tas upp bör, förutom där den är placerad nu, placeras i koppling till den del där det står hur en *.dir-fil* skapas eftersom dessa två filer måste ligga tillsammans för att få ut rätt mätresultat.

Att definiera variablerna i AutoMod var något som nästan alla hade problem med. Det står en förklarande text om hur detta ska utföras men texten kan göras tydligare. Det skulle kunna ske genom att delar i texten förtydligas genom att göra viktig text fet, till exempel att det ska klickas på "Define as" efter att rätt variabel har definierats. En definitionslista där det står hur alla variabler ska definieras finns med men den är inte i direkt anslutning till texten. Genom att placera tabellen vid texten eller att i texten hänvisa till ett tabellnummer hade gjort det hela tydligare. En text för att påpeka att många variabler kan behövas definieras första gången en ny produktionslina simuleras bör tilläggas då avsaknaden av detta skapade förvirring hos en del testpersoner.

Testpersonerna trodde att de hade gjort fel, när definitionsfönsterna fortsatte att komma upp, fast så inte var fallet. En del testpersoner ställde även in värden som inte behövdes ställas i definitionsfönsterna. Därför är viktigt att det i den här delen av *User Manual*, förutom att skriva med vad som ska ställas in, skriva med vilka inställningar som inte ska förändras. Ett annat förslag för att förtydliga vad som ska göras i definitionsfönsterna är att sätta in pilar eller markörer i bilderna för att visa vad och vart värden ska ställas in. Överlag är bilderna i den här delen av texten små och otydliga och då många av testdeltagarna uppger att de till största delen använder sig av bilderna för att förstå är detta något som behöver tydliggöras. Det kan ske genom att göra bilderna större eller som nämnt ovan att använda figurnummer.

Något som gällde generellt var att felmeddelandena var förvirrande. Detta kan vara rimligt då det i andra sammanhang oftast bara kommer upp felmeddelanden då något faktiskt har blivit fel, vilket inte stämmer i det utförda testet då ett felmeddelande inte nödvändigtvis betyder att något är fel. Då dessa meddelanden kan upplevas som stressande är det viktigt med extra tydlig information om dem. I *User Manual* visas redan bilder på de typiska felmeddelandena som kan uppstå och det finns en tillhörande förklarande text. Denna text kan dock förtydligas ytterligare genom att göra texten fet så att den syns bättre. Text med tillhörande bild skulle också kunna ramas in så syns den klart och det blir extra tydligt för användaren vilken text som hör med vilken bild, enligt avsnitt 2.2.4 Att skapa en lättförståelig text under Layout om slutenhetens lag.

För de testpersoner som inte var vana vid att använda AutoMod var det otydligt när simuleringen var klar. När simuleringen var klar i AutoMod kommer texten "Can not continue" upp i kör-rutan. Detta var något som upplevdes förvirrande från några testdeltagare då de trodde att simuleringen hade misslyckats. I *User Manual* står det för tillfället; "när simuleringen är klar gå tillbaka till EcoProIT tool". För att göra texten tydligare kan texten ändras till: "simuleringen är klar då "Can not continue" kommer upp, du kan nu gå tillbaka till EcoProIT tool".

4.3.2. Förslag till globala problem

Generellt för samtliga delar, av *User Manual*, som har testats gäller att texterna behöver förtydligas. Ofta genom enklare ingrepp som att markera vissa textavsnitt eller lägga till en förtydligande mening. Detta för att underlätta förståelsen och minimera att användaren gör fel eller får problem. För att användaren lättare ska hitta information kan rubrikerna numreras då det blir lättare orientera sig i *User Manual*. Det är också viktigt att se över de textavsnitt som redan är fet-markerade så att endast information med hög relevans och som är extra viktig är markerad för att inte förvirra användaren.

Som tidigare nämnt har många av testpersonerna uppgett att bilderna spelar en stor roll för deras förståelse och att det är bra att det finns mycket bilder i *User Manual*. Bilderna måste dock förtydligas då det ibland anses svårt att se vad de föreställer. Detta kan ske genom att förstora bilderna, rita in markörer i dem eller göra så att det går att zooma in på bilderna utan att de blir suddiga. Det upplevdes ibland svårt att förstå vilken bild som hörde till vilken text, speciellt i AutoMod, något som kan lösas med att bilderna alltid placeras direkt vid förklarande text och då alltid konsekvent över eller under texten. Bilderna kan också tilldelas ett figurnummer och att det i texten hänvisas till numret.

För att undvika att viktig information missas kan betydelsefulla moment upprepas i flera delar av *User Manuals* texter.

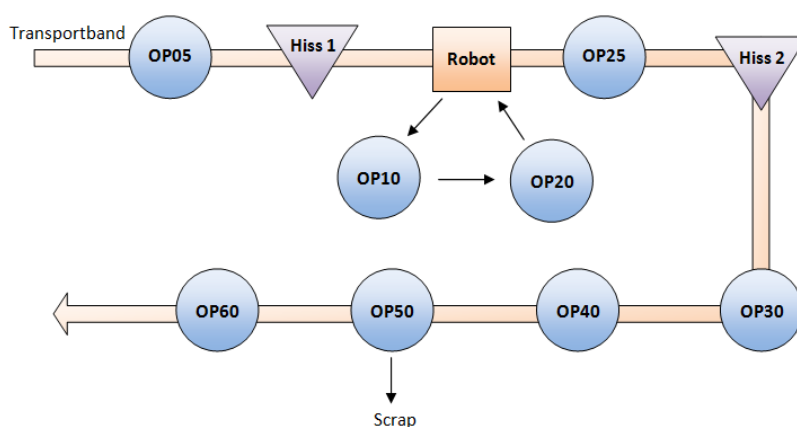
Under testets gång uppkom problem som testpersonerna inte kunde lösa utan hjälp. För att undvika detta i framtiden kan det vara en idé att utveckla ett felsökningsavsnitt. Detta stöds av Allwood [11] som menar att det är viktigt att manualen ser till att användaren får ordentlig information och övning i att använda programmets hjälpfunktion. Detta eftersom nybörjare ofta lägger ner hälften av programanvändningstiden till att ta sig ur olika felsituationer. Eftersom EcoProIT tool inte har en hjälpfunktion blir det extra viktigt att utveckla ett felsökningsavsnitt i manualen. I detta avsnitt skulle vanligt förekommande problem kunna radas upp och hur man löser dem utan att störa de användare som inte stöter på problem.

4.4. Validering

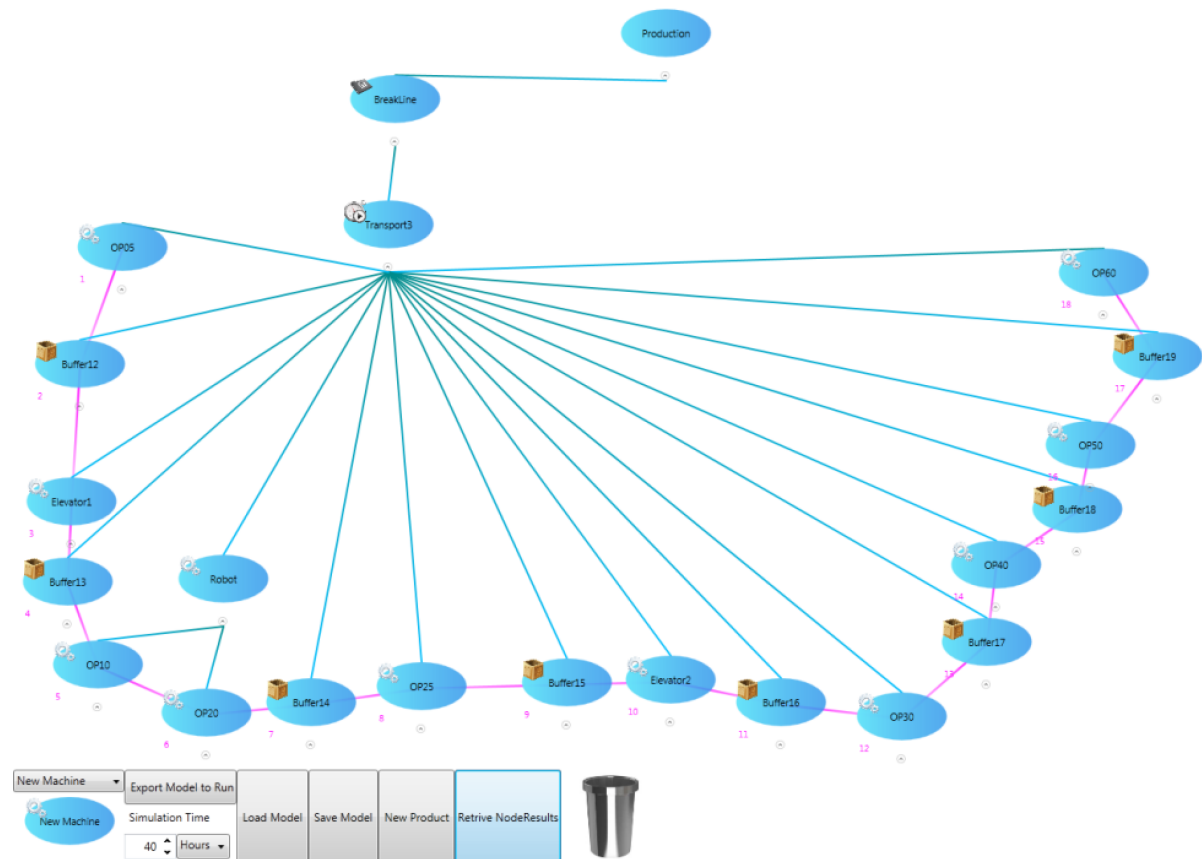
Valideringen har baserats på en produktionslina på Volvo Floby där det tillverkas bromsskivor. De parametrar som kontrolleras i valideringen är antal produkter 94 som kommer ut från produktionslinan på 40 timmar, maskinernas utnyttjandegrad, vilket visar hur mycket maskinen använts på under körtiden, och energiförbrukningen per bromsskiva.

4.4.1. Modellen

I Bilaga A hittas den konceptuella modell som erhållits från Andersson och Dettman på Volvo Floby. Utifrån den har ytterligare en konceptuell modell ritats upp, se Figur 17. Den bygger på samma produktionslina men har precis som värdena förenklats för att senare modelleras i EcoProIT. Utifrån den förenklade konceptuella modellen har modellen i EcoProIT tool ritats upp enligt Figur 18. Detta är den slutgiltiga modell som används till valideringen för att ta fram de värden som behövs.



Figur 1 Förenklad konceptuell



Figur 18 Hierarkiska modellen uppritad i EcoProIT tool utifrån den konceptuella modellen.

I den hierarkiska modellen, för valideringen, består den översta delen av en facility-nod, den ska representera fabriken som produktionslinan ligger i. Under fabriken ligger ett transportband som går igenom hela flödet från linans start till slut. Under transportbandet, som är en transport-nod, ligger alla maskiner och buffertar. Maskinerna består av maskin-noder, som är namngivna med OP(Operations), och buffertarna består av buffert-noder. Anledningen till att det finns buffertar mellan varje maskin är att kapaciteten mellan maskinerna inte kunde definieras i transport-noden. Buffertarna fungerar alltså enbart som kapaciteter det vill säga de blir begränsande faktorer av hur många produkter som kan finnas på den transportsträckan. Två av maskinerna, OP10 och OP20, ligger under en robot som även den är en maskin-nod. Roboten förser de två maskinerna med de bromsskivor som behandlas. Det betyder att de två maskinerna använder sig av roboten varför de ligger under den.

Innan den slutgiltiga modellen till valideringen hade valts räknades de värden som behövdes fram. De framräknade värdena till EcoProIT tool hittas i Bilaga E. Eftersom värdena togs fram innan modellen var fastställd beräknades fler värden än vad som behövdes.

Avvikelser i Modellen

På vissa platser på linan finns två parallella identiska maskiner. Dessa har i den förenklade konceptuella modellen slagits ihop till en maskin för att underlätta modelleringen. Det har därför krävts att vissa värden räknats om för att passa

avvikelsen. Skillnaden från verkligheten ansågs här vara relativt liten och därför valdes förenklingen. Modellen i EcoProIT tool hade sedan samma förenklingar.

För att beskriva flödet hierarkiskt i EcoProIT tool har enbart ett transportband använts. Det skiljer sig från den verkliga linan där det finns flera olika transportband. I modellen har alla maskiner kopplats samman under det stora transportbandet för att flödet av maskiner ska hänga ihop. De olika transportbanden mellan maskinerna illustreras istället i modellen med hjälp av buffertar som ger en kapacitet mellan varje maskin. Buffertarna har enbart kapacitet som parameter vilket gör att modellen inte avviker från den verkliga linan.

I den programversion av EcoProIT tool som användes vid valideringen var det inte möjligt att använda decimaltal på transportbandets hastighet och längder. Detta resulterade i grova avrundningar som inte stämmer överens med verkligheten eller de erhållna värdena. Det fanns inte tid att åtgärda felet innan testerna kördes i EcoProIT tool.

Omräkningar

Eftersom att sammanslagningen av parallella maskiner inte innebar någon förändring i antal produkter som produceras jämfört med de två parallella maskinerna, har antingen kapaciteten på de maskinerna multiplicerats med två eller cykeltiden för maskinerna halverats. Maskinerna var identiska och energiförbrukningen var lika vilket innebär att värdet för energiförbrukning även den multiplicerades med två. Här har även ett medelvärde av MTTF (Mean Time To Repair) och MTBF (Mean Time Between Failures) använts.

Kapaciteten och längden för transportbandet som finns mellan maskinerna på produktionslinan har i stor utsträckning räknats om och modifierats med antaganden. Detta eftersom alla värden inte fanns att tillgå. Främst handlade det om värden för längd eller kapacitet. De parallella transportbanden, från Bilaga A, har slagits samman, värden på kapacitet har lagts samman och medelvärden har beräknats på längd, tid för att beräkna hastighet. För att få ut hastigheten på transportbanden har de värden som fanns för tid och längd använts i så stor utsträckning som möjligt. Även vissa kapaciteter har använts för att beräkna längder. Därefter har ett medelvärde på hastigheten tagits fram och dessutom avrundats i EcoProIT tool. Det medelvärde som beräknats av hastigheten har sedan använts i det översta transportbandet i modellen, detta ger alla transportband samma hastighet genom hela flödet, vilket inte är fallet i verkligheten.

De värden på fördelningar, som erhållits från Andersson och Dettman, för Lognormalfördelningen gick inte att implementera direkt i EcoProIT. De erhållna värdena var medelvärdet M och standardavvikelsen S , de begärda värdena i EcoProIT tool var scale och shape. Värdena räknades om enligt (4) och (5).

$$shape = \sigma = \sqrt{\ln\left(1 + \frac{S^2}{M^2}\right)} \quad (4)$$

$$scale = \mu = -\frac{\sigma^2}{2} + \ln(M) \quad (5)$$

Simulering och jämförelse mellan EcoProIT tool och Plant Simulation

Simuleringen i EcoProIT tool har körts med warm up, vilket betyder att produktionslinan körts utan att registrera data för att inte den tid det tar innan linan fylls med produkter ska påverka resultatet. Eftersom tiden för warm up inte får överstiga simuleringstiden men inte heller ska vara för kort har den satts till 39 timmar.

De flesta tester har genomförts flera gånger med olika slumpmässiga tal i AutoMod, detta för att AutoMod är ett statistiskt program och de slumpmässiga talen kan ge olika resultat. Resultaten av varje test presenteras under nedanstående rubriker. Även de värden som är erhållna och uppmätta från Volvo i Floby, som EcoProIT tool valideras mot.

Antal produkter 94

Produkt 94 valdes att användas vid valideringen på grund av det var en av de produkter vars tider uppmätts i alla maskiner. För att ta reda på hur många produkter som körts genom linan under 40 timmar i EcoProIT tools modell hämtades resultatet från AutoMod Resources Report data. Resultatet redovisas i Tabell 11.

Simuleringen i Plant Simulation körs med 100 timmar warm up och har körtid på ett år. Alla de värden som erhållits från Volvo Floby är baserade på ett års produktionstid. Beräkning på hur många av produkt 94 som produceras på Volvo Floby på 40 timmar har utförts och blev 4547st.

Tabell 11 Resultat av antal produkter 94 som produceras i EcoProIT tool jämfört med simuleringen i Plant Simulation.

AutoMod	Plant Simulation	Diff %
4557	4547	0,2%
4556		
4557		
4556		
4556		

Eftersom Plant Simulation körs med warm up jämförs värdet med de värden som även i EcoProIT tool körts med warm up. Här visar EcoProIT tools värde en differens på 0,2 % mot de omräknade värdena erhållna från Floby. Anledning till att simuleringen i AutoMod har körts fyra gånger är för att utesluta slumpmässiga fel. Då Plant Simulation simuleringen inte genomförts av projektgruppen har enbart ett värde erhållits med samma spridning som i EcoProIT tool. Då modelleringen i EcoProIT tool enbart tagit två dagar och Plant Simulations modellerings tid var cirka två veckor anses detta vara ett väldigt bra resultat. Att värdena är så pass lika visar att tiderna troligtvis behandlas på ett korrekt sätt i programmet EcoProIT tool. Även att flaskhalsen som visas senare i Tabell 12 är på OP30 i både EcoProIT tool och Plant Simulation kan vara en bidragande faktor till att resultatet för antal produkter är mycket lika eftersom det är den som bromsar flödet.

Maskinernas utnyttjandegrad

Hur stor del av tiden varje maskin är aktiv enligt modellen i EcoProIT tool hämtas från AutoMod i Processes Report. Resultatet redovisas i Tabell 12. Detta jämförs sedan med värdena för hur mycket varje maskin används i Plant Simulation. Värdena erhöles direkt som utdata och behövde inte räknas om.

Tabell 12 Procentuell jämförelse av resultat från AutoMod och Plant Simulation över utility.

	OP05	OP10	OP20	OP25	OP30	OP40	OP50	OP60
EcoProIT tool	0,50	0,62	0,60	0,47	0,88	0,46	0,54	0,62
	0,50	0,62	0,60	0,47	0,88	0,46	0,54	0,61
	0,50	0,62	0,60	0,47	0,88	0,46	0,54	0,61
	0,50	0,62	0,60	0,47	0,88	0,46	0,54	0,62
	0,50	0,62	0,60	0,47	0,88	0,46	0,54	0,61
Medel	0,50	0,62	0,60	0,47	0,88	0,46	0,54	0,61
Plant Simulation	0,58	0,61	0,58	0,48	0,83	0,73	0,69	0,70
Diff %	14,66%	1,97%	4,17%	2,08%	6,02%	36,14%	21,74%	12,29%

Jämförelsen mellan resultaten från EcoProIT tool och Plant Simulation redovisas i Tabell 12, resultaten redovisas som en differens mellan de två värdena. Färgerna i tabellen påvisar om differenser är över eller under 15 %, grön visar differenser under 15 % och röd visar differenser över 15 %. Den största användningsgraden från EcoProIT tool stämmer överens med den största användningsgraden från Plant Simulation, vilket visar att flaskhalsen i båda programmen är OP30. Resultaten för OP40, OP50 och OP60 har påverkats av att loadingtider, tiden maskinen tar på sig för att ladda, har implementerats i Plant Simulation men inte EcoProIT tool. Detta på grund av skillnader i modelleringen. Den procentuella skillnad som loadingtiderna har inneburit visas i Tabell 13. Om loadingtiderna läggs på det resultat som finns i Tabell 12 blir även dessa värden under 15 % skillnad från jämförelsevärde. Detta anses vara ett bra resultat.

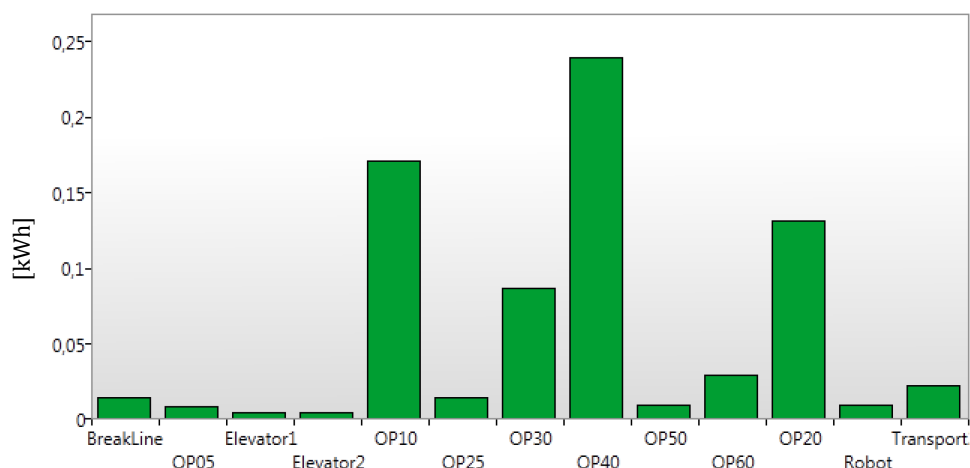
Tabell 13 Loadingtidernas påverkan på maskinernas utnyttjandegrad

Maskin	Loadingtidens påverkan
OP40	21,80%
OP50	20,14%
OP60	19,90%

Energiförbrukning

EcoProIT tool-modellens energiförbrukning har hämtats från EcoProIT tool när resultaten returnerats. Genom att analysera histogrammet, se Figur 19, som EcoProIT tool genererat kan energiförbrukningen tas fram. Här kontrollerades energiförbrukningen per produkt 94 för varje maskin. Resultatet redovisas med exakta

siffror i Tabell 14. Simuleringen har körts enbart en gång eftersom det slumpmässiga talet från AutoMod inte hade några märkbara avvikelser.



Figur 19 Varje operations energiåtgång per tillverkad produkt 94

Från Andersson och Dettman på Volvo Floby har energiåtgången per bromsskiva beräknats i tre steg. Från en lista med energiförbrukningar på alla produkter 94 som tillverkats på ett år har ett medelvärde beräknats. Medelvärdet blev 0,5421kWh per bromsskiva och är ett värde för enbart processing (bearbetning) för mer information se teoriavsnitt om datainsamling. Energiförbrukningen för idle (tomgång) har erhållits direkt från Andersson och Dettman och var 0,12kWh per bromsskiva. Enbart med hänsyn på energi runt om produktionslinan till exempel värme i lokalen och belysning har den energi allokerats till alla skivor. Den energiförbrukningen beräknades till 0,3895kWh av Andersson och Dettman. Det betyder att den totala energiförbrukningen per skiva blir 1,0516kWh.

Tabell 14 Sammanräkning av energiförbrukning per produkt 94 i EcoProIT tool jämfört med den uppmätta energiförbrukningen från Volvo Floby.

Electricity för en produkt [kWh]		
Operation	kWh/bromsskiva	Plant Simulation
BreakLine	0,0137	
Transport	0,022	
OP05	0,0079	
Elevator1	0,0042	
Robot	0,009	
OP10	0,17	
OP20	0,134	
OP25	0,0145	
Elavator2	0,0042	
OP30	0,0861	
OP40	0,239	
OP50	0,009	
OP60	0,032	Diff %
Summa	0,7456	1,0516 29,10%

Vad som kan ses utifrån detta valideringstest är att värdena från EcoProIT tool och AutoMod inte stämmer överens med de värden som erhållits från Plant Simulation och Volvo Floby men att de ligger i närheten av varandra. Utifrån detta kan vi inte säga att de delar av EcoProIT tool som kontrollerats är validerade.

4.4.2. Felkällor i valideringen

Under valideringen användes en modell som var mer omfattande än de modeller som tidigare modellerats i EcoProIT tool. Detta orsakade att fler och nya fel och buggar upptäcktes. Eftersom valideringen i stor utsträckning var beroende av att programmet gick att använda var detta ett problem och medförde att arbetet tog längre tid än beräknat. Eftersom valideringsmodellen orsakat buggar, EcoProIT tool lägger till extra energivärden när modellen sparas, kan vi inte säkert säga att den version av EcoProIT tool som valideringen utförts i behandlar modellen korrekt.

Då flera körningar har genomförts i AutoMod och de inte skiljer sig märkvärt från varandra kan det uteslutas att AutoMod är den potentiella felkällan till att resultaten skiljer sig. Eftersom EcoProIT tool hämtar tillbaka värden från simuleringen i AutoMod antas även kopplingen mellan programmen fungera korrekt.

En trolig felkälla till samtliga jämförelsevärden kan bero på att modelleringen inte stämmer mot verkligheten. Detta på grund av svårigheter att översätta verkligheten till en hierarkisk modell. Detta kan tydligt påvisas i och med att roboten som används av OP10 och OP20 i modellen inte har en produkt i vilket den har i verkligheten.

Antal produkter

Skillnaden i antal produkter som produceras i EcoProIT tool jämfört med vad som produceras enligt Plant Simulation är liten. Skillnaden som finns tror vi beror på de medelvärden som beräknats till EcoProIT. Simuleringen i Plant Simulation är simulerad i 100 timmar och sedan omräknad till 40 timmar denna omräkning är det som tros ha orsakat differensen på 0,2 %. En annan anledning skulle kunna vara att AutoMod genererar statistiska avvikelser, men eftersom simuleringen körts fyra gången med näst intill samma resultat samt att avvikelsen på antal produkter från Plant Simulation är 0.6 vilket tyder på att detta inte är problemet. Anledningen till att det i EcoProIT tool produceras fler produkter än i Plant Simulation är en direkt följd av att även utnyttjandegraden på OP30, som är flaskhalsen i flödet, är något högre i EcoProIT tool.

Maskinernas utnyttjandegrad

På värdena för utnyttjandet av maskinerna där spridningen skiljde sig markant beror som redan nämnts på loadingtider. Även de tider som angetts med fördelningen lognormal, OP05 och OP60, har visat en större avvikelse än resterande maskiner. Därför tror vi att detta är en felkälla till värdena. Felet skulle kunna bero på att modellen i EcoProIT tool inte fungerar som den gör i Plant Simulation. Detta skulle innebära att modellen som använts i valideringen inte är korrekt verifierad. Även att vissa värden räknats om till medelvärden kan ha påverkan på resultatet. Beroende på hur modellerna är uppbyggda kan simulationen av maskinernas utnyttjandegrad skilja sig mellan AutoMod och Plant Simulation

Energiförbrukning

När energiförbrukningen beräknats i EcoProIT tool har värdena för både tomgång (idle) och bearbetning (processing) angivits. Eftersom maskinernas utnyttjandegrad visar tiden som varje maskin kör på tomgång kommer detta att påverka energiförbrukningen. Det vill säga att felet i energiförbrukningen troligen beror på felet i maskinernas utnyttjandegrad.

Energiförbrukningen har i EcoProIT tool och på Volvo Floby beräknats på olika sätt, vilken kan ha påverkat resultatet. Testerna för energiförbrukningen har enbart testats en gång vilket kan vara en orsak till att förbrukningen inte stämmer, men detta anses inte troligt eftersom att datan baseras på AutoMod simuleringen som utförts fyra gånger och vars värden inte varierade nämnvärt.

5. Diskussion

Nedan följer diskussion kring utformandet av användarmanualen, utförande av användbarhetstestet och valideringen. Dess resultat och för och nackdelar kring utförandet diskuteras.

5.1. Användarmanual

Hur en manual skrivs och hur en text skrivs på internet har många likheter. Detta har varit en fördel vid utvecklingen av användarmanualen på wiki-sidan och medfört att få konflikter uppstått mellan sätten att skriva. Kompromissen har inte heller varit svår när hänsyn tagits till att wiki-formatet använts.

Eftersom wiki har en standardformatering som ger sidorna ett visst utseende har layoutarbetet varit begränsat. Dock känns det inte som att resultatet blivit sämre på grund av standardiseringen baserat på den teorin som studerats. Tvärt om har det bidragit till att alla sidor har liknande utseende och samma struktur. Wikis standardformat är mycket enkelt och grundlayouten tar inte uppmärksamhet från informationen. Eftersom det standardiserade wiki-formatet fungerar på olika skärmar och anpassar sidan efter skärmen undviks problem med att layouten ser olika ut beroende på vilken skärm informationen läses från.

Eftersom det enligt teorin 2.2.5 Utvärderingsmetoder är viktigt att göra det lätt för användaren att göra sina synpunkter och önskemål hörda är wiki som användarmanualen ett perfekt verktyg. Det skulle vara lätt att skapa en ny sida på EcoProIT tools wiki där användaren kan gå in och lämna sina synpunkter. Detta skulle även kunna tillämpas för att utveckla ett potentiellt felsökningsavsnitt och låta användarna dela erfarenheter med varandra, eftersom studier enligt teorin påvisar att samma svårigheter ofta kommer igen [11]. En nackdel med wiki-formatet var att bilderna var svåra att placera ut så att det stämde med styckena och sektionerna. I användarmanualen ligger de flesta bilder under den tillhörande texten. Detta innebär att bilderna på ett sätt avbryter flödet i texten. Men eftersom texten ändå är väldigt uppdelad i olika stycken känns inte detta som ett stort problem. En wiki innehåller ofta mer sammanhängande text än vad användarmanualen för EcoProIT tool gör, vilket antagligen betyder att bilderna på sidor med mer brödtext passar bättre in i textflödet.

Att använda wikis hierarkiska upplägg, med flera mindre infogade sidor i ett flöde, vid formateringen har gjort att redigering av sidan blivit mer komplicerad. Detta eftersom varje sida är enskild och att sidan som ska redigeras måste hittas innan redigeringen kan ske. En annan risk med de mindre sidorna är att de kan besökas en och en och att sammanhanget då inte framgår. Dock kan detta också vara en fördel om användaren endast önskar komma åt en viss del information, då presenteras bara precis den information användaren vill ha.

Att arbetet med användarmanualen har utförts parallellt med att EcoProIT tool har utvecklats innebär svårigheter och förskjutningar i arbetet. Förskjutningen i början av projektet, på grund av buggar, har resulterat i att manualen inte är hundra procent

färdigställd. Analysdelen av EcoProIT tool som är en viktig del tillkom i programmet i ett sent skede och det fanns därför inte tid att skapa en del om detta i användarmanual.

De fristående sidorna *Nodes* och *Product* i användarmanualen länkas inte. Vi funderade på om sidorna skulle länkas på orden, men eftersom orden återkommer ofta ansågs detta bli för många länkar. Ett alternativ var att enbart länka då ordet nämns första gången. Även detta alternativ har valts bort eftersom samma information som finns i de lösa sidorna faktiskt finns i manualen också. Det ansågs vara tillräckligt och att den samlade informationen i *Nodes* och *Product*, som också återfinns i *User Manual*, enbart visas om sökning sker.

Text

När rubrikernas namn skulle bestämmas valde vi mellan att ha korta eller mer beskrivande rubriker. Teorin 2.2.4 Att skapa en lättförståelig text under Relevanta och förklarande rubriker hade två olika källor som skiljde på hur rubriker skulle skrivas. Fördelarna med att ha korta rubriker ansåg vi vara att det blir lättare att överskåda hela manualen och att det går snabbare hitta i dess innehållsförteckning. Nackdelen däremot är att det blir svårare att förklara vad underliggande stycken handlar om med bara så få ord. Fördelarna med korta rubriker blev nackdelarna för långa och vice versa. Vi ansåg att överskådligheten var viktigast och att korta rubriker skulle räcka för att förstå ungefär vad som hittas under varje rubrik. Enligt teorin 2.2.4 Att skapa en lättläst text ska även text i en manual vara så kortfattad som möjligt vilket är ännu en anledning till att de korta rubrikerna används.

Test Manual

Att testa manualen var en viktig punkt från början men vilka metoder som skulle användas var inte självklara. Ett användbarhetstest var det mest uppenbara, i och med att det är kvalificerat som en empirisk utvärderingsmetod. Ett sådant utförande skulle leverera fler och djupare resultat än ett formellt test. Dock så kände gruppen att manualen även borde testas på dess formella egenskaper för att ge mer bredd till utvärderingarna. Valet föll på att använda LIX-beräkningar eftersom det är en av de mer kända metoderna. LIX-talet ger bara en hänvisning om vilken nivå texten ligger på, om LIX-talet hade angivit att texten låg utanför målområdet lättläst så skulle den inte ge konkreta förslag till förbättringsåtgärder som ett användbarhetstest skulle. Dessutom mäter det bara svårigheten i stilen och tar inte hänsyn till att ord som ger sämre poäng även kan göra texten mer lättläst då de skapar dramatik och stämning. Beräkningen tar inte heller hänsyn till varken typografi eller textens innehåll vilket också bidrar till hur en text upplevs och därmed kanske skulle göra ett aningen högt LIX-tal godtagbart. Trots LIX-talets brister ger den en indikation om vilken nivå texten ligger på. Att LIX-räknaren är svensk och manualen skriven på engelska skulle även det kunna bidra till en osäkerhet hos LIX-talet. Detta eftersom beräkningen baseras på antal ord, meningar och ord längre än sex bokstäver, se teoriavsnitt 2.2.5 Utvärderingsmetoder under Formell Utvärdering. I det engelska språket särskrivs det flesta ord och använder inte dubbelbokstäver till samma grad som i svenskan vilket skulle ge utslag på LIX-talet. Men eftersom LIX-talet främst skulle användas för att testa och bekräfta att *Tutorial* var lättare skriven än *User Manual* så ansågs resultaten av beräkningarna vara en säker källa eftersom båda är skrivna på engelska. Talen ansågs även godtagbara för att ge

indikation om nivån på texten hamnat inom målen för manualen eftersom LIX beräknas genom:

$LIX = L_m + L_o$ där

$L_m = O/M$ (Genomsnittlig meningslängd) och $L_o = L/O * 100$ (Andel långa ord).

Projektgruppen antar att antal meningar skulle varit detsamma oberoende av språk men att engelskan bidrar med fler och kortare ord. Baserat på dessa antagande så skulle L_m -talet öka och L_o -talet minska jämfört med en svensk text och därmed skulle LIX-talen antagligen bli i samma storleksordning ändå. Då LIX valdes som formell utvärderings metod insågs inte problemet med att texten som skulle utvärderas var skriven på engelska. Om tid funnits till att göra om projektet igen hade teorier om formella tester för engelsk text studerats och förmodligen hade en av dessa metoder valts att användas istället.

5.2. Användbarhetstest

Diskussionen som berör användbarhetstestet tar först upp varför testet utformades som det gjordes och vad som skulle kunnat göras annorlunda. Sedan diskuteras det hur olika parametrar kan ha påverkat testresultatet.

5.2.1. Utförande av användbarhetstesterna

Trots att användbarhetstestet till största del gick som planerat fanns det saker som kunde förändras och förbättras. Till att börja med är det värt att fundera över hur optimalt det var att använda sig av de studerande testpersonerna som deltog. Tanken var att se hur väl nybörjare kunde hantera programvaran och användarmanualen men det är möjligt att det hade varit lämpligare att använda studenter med högre utbildning och mer erfarenhet inom produktionsteknik, alternativt produktionsingenjörer från näringslivet. Detta för att komma närmare manualens tänkta målgrupp, se 2.2.5 Utvärderingsmetoder under Empirisk utvärdering. Det hade också kunnat vara intressant att se hur väl expertgruppen klarade av att lösa en hierarkisk uppgift. Detta för att testa om deras förkunskaper inom produktionsteknik hade hjälpt dem att förstå översättningen från en flödesmodell till en hierarkisk struktur bättre än nybörjargruppen. Det hade dessutom kunnat vara fördelaktigt att använda sig av fler testpersoner för att inte lida mycket av ett väntat bortfall, se teoridel om subgrupper och deltagare.

Att testet valdes att utformas för att ge kvalitativa resultat kan ifrågasättas. Det gav ett resultat som inte gick att mäta på samma sätt som ett kvantitativt test men fångade istället en helhets känsla av *User Manual*. Genom att göra observationsmallarna mer utförliga hade aspekter som hur ofta testpersonerna vänder sig till *User Manual*, hur många gånger de gick tillbaka till huvudmenyn och hur ofta de letade efter information på rätt ställe men inte såg den, kunnat mätas. Det är dock inget som förväntades kunna ge resultat som kunde fylla användbarhetstestets mål, som är att hitta konkreta problem i textinnehållet, på ett lika effektivt sätt som en kvalitativ undersökning. Med testets nuvarande utformning kan det dock vara svårt att kvantifiera mycket mer än som redan gjorts. Det är till exempel lätt att mäta hur många gånger en person läser i *User Manual*, men det som är mest intressant är hur mycket personen faktiskt förstår. Ett försök till

att kvantifiera om länkfunktionerna i *User Manual* användes gjordes i observationsmallarna men konstaterades som irrelevant vid analysen. Detta på grund av att alla testpersoner var tvungna att använda länkarna för att komma vidare på grund utav manualens utformning.

Både under grupptesternas och de individuella testernas gång hade moderatorn en passiv roll. Under grupptesternas genomförande hade en aktiv moderator riskerat att störa dialogen som testparet förde. Under de individuella testerna borde moderatorn enligt teorin varit mer aktiv då produkten är i en tidig utvecklingsfas. En aktiv moderator hade kunnat fråga testpersonen om dennes tankegång under uppgiftens utförande. Detta för att undvika att försöka observera testpersonernas tankegång. Däremot bedömdes uppgiften vara komplicerad och kräva så mycket koncentration från testpersonerna att en aktiv moderator hade kunnat uppfattas som störande och riskerat att styra resultatet.

Efter testerna hölls en semistrukturerad intervju. Genom att istället hålla en strukturerad intervju hade det varit möjligt att erhålla mätbara värden då alla frågor hade följt samma mall, se 2.3.9 Intervjuer under Strukturerad intervju. Däremot var målet att få konkreta förbättringsförslag och det ansågs nödvändigt att ställa följdfrågor till frågor som exempelvis: "Var det något som du inte förstod?". Intervjufrågorna som ställdes hade kunnat vara mer öppna. De flesta frågor som användes var stängda och kan ha styrt testpersonernas svar. Med mer öppna frågor hade testpersonernas svar kunnat se helt annorlunda ut, se 2.2.6. Moderatoren.

Testet i sig valdes att fokuseras på *User manual* och inte på resterande delar av användarmanualen. I och med detta är alla förbättringstips riktade mot *User manual* och inte mot de andra delarna. Användbarhetstester på övriga delar bör utföras i framtiden samtidigt som vidare tester av *User manual* också anses vara fördelaktigt.

Av testpersonerna upplevda svårigheter med testet utformning

Många testpersoner hade åsikter om att uppgiftsbeskrivningen inte var tillräckligt detaljerad. De önskade en lista med tillvägagångssätt vilket både motsägs av teorin, se avsnitt 2.3.4 Uppgifterna till ett användbarhetstest, och av själva testets mål som var att klara av uppgiften med hjälp av *User Manual*. I det utdelade materialet hade bakgrundsfrågorna kunnat förtydligas. En del av frågorna var inte tillräckligt väl formulerade och det skapade viss förvirring bland deltagarna. En del av testpersonerna bad om en omformulering av frågan medan andra klarade sig utan. En risk med detta är att en del av testpersonerna riskerar att ha missuppfattat frågan och svarat felaktigt, 2.3.7. Frågeformulär under Bakgrundsfrågor.

Något som från testpersonerna sida kan ha ansetts vara svårt är att de i uppgiften fick fortsätta en redan påbörjad modellering. Det kan ha skapat problem för den totala förståelsen och uppgiften kunde ha utformats på ett annat sätt. En uppgift som börjar från början och täcker de delar som ville testas skulle dock vara tidskrävande.

5.2.2. Resultatet från användbarhetstesterna

När en användarmanual utformas är det svårt att skapa en manual som passar alla. Alla människor läser texter olika och uppfattar olika typer av texter olika bra. Det en person uppfattade som väl beskrivit i manualen missade en annan helt. I detta fall kan det bero på att personerna har olika erfarenheter och kunskaper av produktion samt simuleringsprogram. Dessutom har de olika vana när det kommer till att läsa manualer. Vi vill skapa en användarmanual som innehållsmässigt riktar sig till produktionsingenjörer men textmässigt är allmängiltig. Därför har en del av de problem som nybörjargruppen stötte på förbisetts då den informationen som finns i *User Manual* anses vara tydlig nog för att passa den tänkta målgruppen. Det har även tagits fram förslag till förändringar, främst strukturella, som expertgruppen inte hade problem med men som skapade problem för nybörjargruppen, för att *User Manual* ska passa ett så stort skikt som möjligt. EcoProIT tool använder simuleringsprogrammet AutoMod som en del av miljöanalysen. Även om användarmanualen riktar sig till produktionsingenjörer och det antas att de har viss vana av simuleringsprogram behöver det inte innebära att de har erfarenhet av AutoMod, vilket är ett av flera simuleringsprogram. Det ansågs därför viktigt att belysa de problemen som nybörjargruppen stötte på i AutoMod-uppgiften och ge förbättringsförslag till dessa trots att expertgruppen inte upplevde samma problem. Det ska inte vara ett krav att ha erfarenhet av AutoMod för att klara av att genomföra en miljöanalys i EcoProIT tool.

Vi har valt att i denna studie inte gå in något djupare på psykologiska aspekter som kan ha påverkat testresultaten. Värt att nämna är dock att faktorer som dagsform och att det är en ovan situation att utföra ett test under observation kan ha påverkat resultaten. Om testpersonen fått sitta i lugn och ro utan att bli observerad och utan någon tidspress kanske resultaten hade sett annorlunda ut.

Vissa moment som under testerna var problematiska kan bero på testutformningen och kan helt undvikas i en verklig situation. Ett exempel på detta är uppgiften där produktens bana skulle tas bort och ritas om. Här hade många testpersoner svårt att skilja på linjerna som binder ihop noderna och produktens linjer. Om det hade varit ett verkligt fall hade användarna först byggt upp en hierarkisk maskinstruktur och sedan lagt in produkter, det är även så *User Manual* är uppbyggd. Problematiken med att mixa ihop maskinlinjer och produktlinjer hade förmodligen då kunnat undvikas.

Några av de problem som testdeltagarna uppgav att de hade svårigheter med att lösa, till exempel att namnge en nod eller ta bort kopplingar mellan noder, är moment som finns beskrivna och är tydligt markerade i *User Manual*. Det kan här ifrågasättas om informationen låg på fel plats och var otydlig eller om deltagarna inte letade ordentligt. Det går att söka information på flera olika sätt i manualen men väldigt få av testdeltagarna använde dessa funktioner för att lösa ett problem som de saknade information till. Med andra ord kan det i vissa fall vara så att då deltagarna upplevde att information saknades var det deras ovana att leta efter information som skapade problem och inte att informationen saknades eller var otydlig.

Under observationerna uppfattades det som att många personer hade svårt att hitta information. Många körde fast vid moment och hade svårt att komma vidare. Ändå uppgav nästan alla i de individuella intervjuerna att de tyckte att informationen var lätta

att hitta, att den fanns där de trodde den skulle finnas, att *User Manual* var logiskt uppbyggd och att det upplevdes att all information fanns för att uppgiften skulle kunna lösas. Det är möjligt att det som uppfattades av observatörerna och vad testdeltagaren upplevde kan skilja sig åt. Det kan bero på att det är svårt att observera vad någon tänker och tycker. Deltagarna kan exempelvis ha skummat igenom informationen och försökt få en helhetsbild av flera olika moment, men observatören uppfattade detta som att testdeltagaren hade svårt att hitta information och letade på olika platser. Det kan dock vara så att intervjuaren skiljer sig från vad som observerades på grund av intervjuareffekten. Testdeltagarna kan ha påverkats av moderatören och svarat vad han eller hon trodde att moderatören ville höra, se teoriavsnitt 2.3.9. Intervjuer under Intervjuareffekten. För att förebygga detta försökte moderatören under testet hålla en neutral profil i förhållande till produkten som skulle testas. Det påpekades att det efterfrågades ärliga svar där deltagarna berättade om något uppfattades svårt och otydligt. Alla testdeltagare hade vetskap om att detta var slutprodukten i ett större projekt och det är möjligt att de inte ville kritisera manualen för mycket för att inte göra projektgruppen besviken.

5.3. Validering

En nackdel med att använda värden från Volvo Floby jämfört, med att själva utföra mätningar, var att värdena från Volvo Floby inte var anpassade till de efterfrågade värdena i EcoProIT tool. Det resulterade i att antaganden och omräkningar fick genomföras. Om all data hade varit komplett och rätt data hade funnits att tillgå hade antagligen bättre resultat kommit ut från valideringen.

Värdena från valideringen har många likheter med värden från Volvo Floby. De värden som erhöles från EcoProIT tool anses dock inte helt trovärdiga eftersom många potentiella felkällor har upptäckts. Med EcoProIT tool erhålls i dagsläget, en ungefärlig beräkning av antal produkter, på mycket mindre tid än vad det tar att simulera i andra simuleringsprogram. Men eftersom inte energivärdena och vissa av maskinernas utnyttjandegrad skiljer sig från jämförelsevärdena anses den simuleringen som gjorts i Plant Simulation vara den mest pålitliga.

Vi kan säga att programmet i stort sätt fungerar, men på grund av att vi inte fått ett genomgående bra resultat kan vi inte säga att de delar som vi kontrollerat är validerade. EcoProIT tool bör därför valideras mot fler fall och dessa bör helst ha fler gemensamma utdata för att få fler kontroll punkter. Även att testa programmet mot fler typer av produktionslayouter som funktionell verkstad bör genomföras. Vid dessa valideringar bör även programmets koder kontrolleras. Mer utveckling av EcoProIT tool bör utföras för att säkerställa att inga fler "buggar" ligger kvar samt ytterligare tydliggöra vilken information som förts in.

Det kan vara möjligt att EcoProIT tool klarar att analysera en mindre modell, men en modell av den storlek som använts i valideringen klarar inte programmet helt. Fler och noggrannare valideringar skulle behövas innan programmet kan anses vara pålitligt.

6. Slutsats

En användarmanual har skapats i wiki-format. Manualen har testats med hjälp av ett LIX test och ett användbarhetstest. LIX testet anses inte vara helt pålitligt eftersom det är baserat på att svensk text analyseras och användarmanualen är skriven på engelska. Enligt det test som ändå utförts visar resultatet att *User Manual* består av lättläst text och att *Tutorial* är en mycket lättläst text. Ett säkert resultat anses däremot vara att *User Manual* är mer lättläst än *Tutorial*.

Användbarhetstestet anses lyckat eftersom det har genererat många problem som är möjliga att förbättra. Utifrån testerna framstod manualen som relativt bra. En majoritet av testdeltagarna ansåg att det var lätta att hitta information i manualen, att manualen var logiskt uppbyggd, att texten var tydlig och att texten hade relevans för att klara uppgiften. Den guidar användaren genom modelleringen och simuleringen men har potential att förbättras. De förbättringsförslag som genererats utifrån testresultaten bör implementeras, för att utveckla manualen ytterligare, om projektet vidareutvecklas. Det rekommenderas att fler tester utförs på användarmanualen. De tester som har genomförts berör enbart vissa delar av *User Manual* och andra delar återstår att utvärdera. Mer djupgående tester av de redan testade delarna bör också genomföras. Användarmanualen bör kompletteras med en analysdel och delarna, distribution, användning och återvinning bör beskrivas och inkluderas i manualen.

I framtiden hoppas även projektgruppen på en användarmanual där det framgår tydligt att delen *Tutorial* beskriver hur en miljöanalys i EcoProIT tool genomförs medan *User manual* på ett djupare plan förklarar vad man gör för att ge förståelse. Projektgruppen anser att det bör utvecklas en lista med vanligt ställda frågor som ett komplement till den befintliga manualen. Under projektets gång har en tanke om en videomanual uppkommit, vilket är något som projektgruppen anses bör utvärderas.

EcoProIT tool är i nuläget inte validerat. Trots att många värden är bra utifrån jämförelsen mot Plant Simulation anses detta inte vara tillräckligt med belegg för att konstatera att EcoProIT tool fungerar. Fortsatt utveckling till programmet bör genomföras innan ett nytt valideringsförsök utförs.

7. Litteraturförteckning

- [1] J. Andersson, Interviewee, *Doktorand*. [Intervju]. 2013.
- [2] J. Andersson, A. Skoogh, J. Berglund and B. Johansson, "Environmental Impact Assessment for Manufacturing: Data Requirements for a Simulation-Based Approach," 2012.
- [3] Wikipedia, "Wiki," Wikipedia, 6 Maj 2013. [Online]. Available: <http://sv.wikipedia.org/wiki/Wiki>. [Accessed 18 Mars 2013].
- [4] Wikipedia, "Wiki," Wikipedia, 9 Maj 2013. [Online]. Available: <http://en.wikipedia.org/wiki/Wiki>. [Accessed 18 Mars 2013].
- [5] M. Rahman and J. Orloff, *MediaWiki 1.11 Beginner's Guide*, Birmingham: Packt Publishing, 2010.
- [6] Blender, "Doc:2.4/Manual/Introduction," Blender, [Online]. Available: <http://wiki.blender.org/index.php/Doc:2.4/Manual/Introduction>. [Accessed 20 Mars 2013].
- [7] R. Etter and P. Robinson, *Writing and Designing Manuals*, Third Edition, Florida: CRC Press LLC, 2000.
- [8] MediaWiki, "MediaWiki," MediaWiki, 19 Maj 2013. [Online]. Available: <http://en.wikipedia.org/wiki/MediaWiki>. [Accessed 18 Mars 2013].
- [9] "Fussy Professor Starbuck's Cookbook of Handy-Dandy Prescriptions for Ambitious Academic Authors," Spring 1999. [Online]. Available: <http://pages.stern.nyu.edu/~wstarbuc/Writing/Fussy.htm>. [Accessed 26 Mars 2013].
- [10] R. Petterson, *Bild och Form för Informationsdesign*, Danmark: Studentlitteratur, 2004.
- [11] C. M. Allwood, *Människa-datorinteraktion*, Lund: Studentlitteratur, 1991.
- [12] S. Universitet, "Att skriva för människor och sökmotorer på webben," Stockholms universitet, 25 Februari 2013. [Online]. Available: <http://www.su.se/medarbetare/visuellidentitet/identitetsmoment/tonalitet-och-sprak/att-skriva-for-olika-kanaler/att-skriva-for-webben>. [Accessed 18 Mars 2013].
- [13] Nationalencyklopedin, "läsbarhetsindex," Nationalencyklopedin, [Online]. Available: <http://www.ne.se/lang/1%C3%A4sbarhetsindex>. [Accessed 10 April 2013].
- [14] "LIX räknare," [Online]. Available: <http://www.lix.se/>. [Accessed 24 Maj 2013].
- [15] K. Williamson, *Research Methods for Students, Academics and Professionals*, Wagga wagga: Center for Information Studies, 2002.
- [16] C. M. Barnum, *Usability Testing Essentials*, Burlington: Elsevier Inc., 2011.
- [17] J. Rubin och D. Chisnell, *Handbook of usability testing*, Indianapolis: Wiley Publishing Inc, 2008.
- [18] J. S. Dumas och B. A. Loring, *Moderating Usability Tests: Principles and Practices for Interacting*, Citation: Morgan Kaufmann Publishers, 2008.

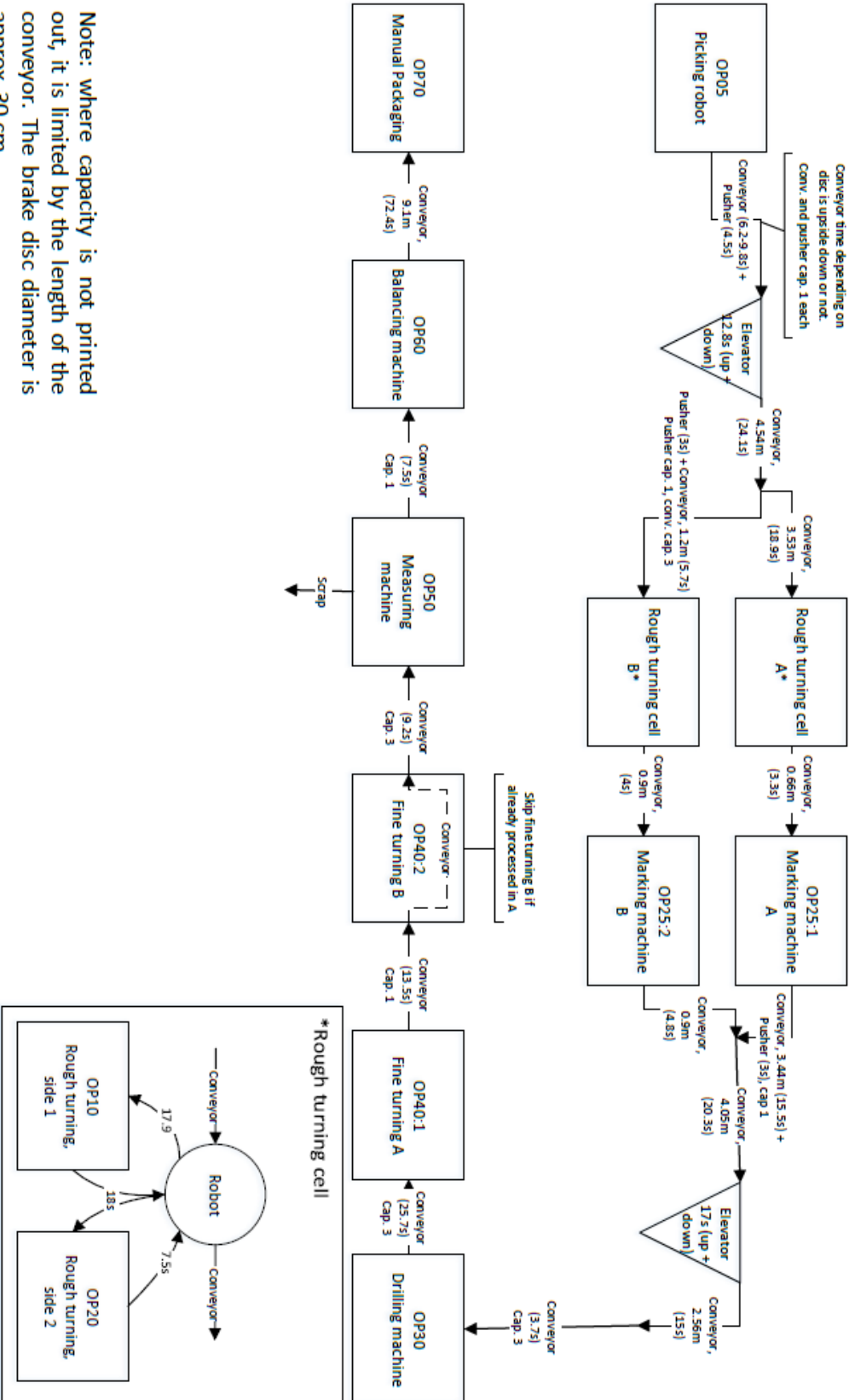
- [19] M. Bohgard, S. Karlsson, E. Lovén, L.-Å. Mikaelsson, L. Mårtensson, A.-L. Osvalder, R. Linda och P. Ulfvengren, *Arbete och teknik på människans villkor*, Stockholm: Prevent, 2011.
- [20] C. Dyer, *Beginning Research in psychology- a practical guide to research methods and statistics*, Blackwell: inc/Ltd, 2001.
- [21] M. Denscombe, *Forskningshandboken- för småskaliga forskningsprojekt inom samhällsvetenskaperna*, Lund: Studentlitteratur, 2000.
- [22] A. Skoogh, B. Johansson och L. Hanson, "Data Requirements and Representation for Simulation of Energy Consumption in Production Systems," 2011.
- [23] E. Lindskog och L. Lundh, "Environmental Product Footprint Assessment using Discrete Event Simulation," Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg, 2011.
- [24] S. Mattsson, Interviewee, *Doktorand*. [Intervju]. April 2013.
- [25] Wikipedia, "Plant Simulation," Wikipedia, 24 April 2013. [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Plant_Simulation. [Använd 30 April 2013].
- [26] D. Kiron, N. Kruschwitz, K. Haanaes och I. von Streng Velken, "MIT Sloan Management Review," *Sustainability Nears a Tipping Point*, 2012.

Bilaga A

Konceptuell modell över produktionslina i Floby, erhållen av Andersson och Dettman

Note: where capacity is not printed out, it is limited by the length of the conveyor. The brake disc diameter is approx. 30 cm.

Concept model, brake disc line at Volvo Floby



Bilaga B

Testplan

- Produktens mål: Målet med manualen är att vara ett hjälpmedel under användandet av programvaran EcoProIT
- Användbarhetstestets mål: Målet med testerna är att undersöka manualens användarvänlighet i form av tre faktorer: hur lätt det är att förstå innehållet i manualen, hur lätt det är att hitta det som letas efter i manualen och om innehållet i manualen är till hjälp för användaren.
- Produktens status: Produkten befinner sig i ett tidigt utvecklingsstadium.
- Nuvarande problem: Produkten har ännu inte blivit testad.
- Nya egenskaper hos produkten: Produkten är helt nyutvecklad.
- Användarprofiler: Huvudanvändaren för manualen är en utbildad produktionsingenjör. Användaren anses ha kunskap om produktionstermer och ha datorvana. Användaren har erfarenhet av analys- och simuleringsprogram inom produktionsteknik.
- Subgrupp, expert: Subgruppen består av personal från institutionen Produkt och produktionsutveckling vid Chalmers tekniska högskola.
- Subgrupp, nybörjare: Nybörjarna består av civilingenjörsstudenter från Maskinteknikprogrammet och programmet Automation och Mekatronik vid Chalmers tekniska högskola.
- Frågor att ställa deltagarna: Tre frågor per mål ska ställas. Övriga frågor tillkommer.
- Scenarion: Tre uppgifter ska utföras; Hierarki, Produktens väg och Automod
- Mätvärden för resultat: Då fokus ligger på att hitta problemområden i manualen eftersträvas inga tydliga mätvärden i resultatet.
- Datum för viktiga möten, deadlines och tester:
 - 8/4-23/4: förstudier
 - 17/4: Möte med sakkunnig
 - 18/4: Planeringsmöte
 - 22/4: Möte med sakkunnig
 - 26/4: Metod, genomförande och testplan färdig
 - 26/4: Pappersmaterial till testen klarar (introduktionstext, bakgrundsformulär, observationsmallar och intervjufrågor)
 - 29/4: Grupptester
 - 6-8/5: Individuella tester
 - 9-10/5: Analys av resultat

Bilaga C

Introduktionstext: bygga struktur

EcoProIT
Ecologic and Economic Product Impact Assessment



Uppgift – Bygga struktur

Introduktion

Vi heter Linn, Josefin, Lina och Charlotte och vi har under våren arbetat med att ta fram en internetbaserad användarmanual för miljöanalysprogrammet EcoProIT. Vi vill nu testa om användarmanualen är lätt att förstå och hjälper vid användandet av programmet. Därför vil vi nu ha er hjälp att testa vår användarmanual.

Testet går till så att ni tillsammans utför en uppgift där vi vill undersöka förståelsen och strukturen i en del av användarmanualen. Testet är helt prestationslöst och är bara till för att vi i kandidatgruppen ska kunna få en uppfattning om vilka brister som finns och delar som behöver förbättras i manualen.

Ni kommer först få svara på ett antal allmänna frågor om t.ex. utbildning och förkunskaper. Därefter kommer ni tillsammans få utföra en uppgift i analysprogrammet EcoProIT med hjälp av manualen. Till er hjälp har ni en dator där ni löser uppgiften i EcoProIT och en dator för att läsa användarmanualen. Under testet kommer några personer från kandidatgruppen observera hur ni använder er av manualen och hur ni diskuterar.

Efter testet kommer vi ha en kort intervju med frågor om hur ni uppfattade manualen. Testet kommer vara anonymt och ta ungefär 30 minuter.

Tack för din medverkan!
Hälsningar

Linn, Josefin, Lina och Charlotte

Bakgrundsfrågor: bygga struktur

Vad arbetar du med: _____

Om student, vilken årskurs: _____

Har du tidigare erfarenhet av något simuleringsprogram:

Ja Nej

Om ja, vilket/vilka: _____

Har du tidigare erfarenhet av något analysprogram:

Ja Nej

Har du tidigare erfarenhet av en konceptuell modell:

Ja Nej

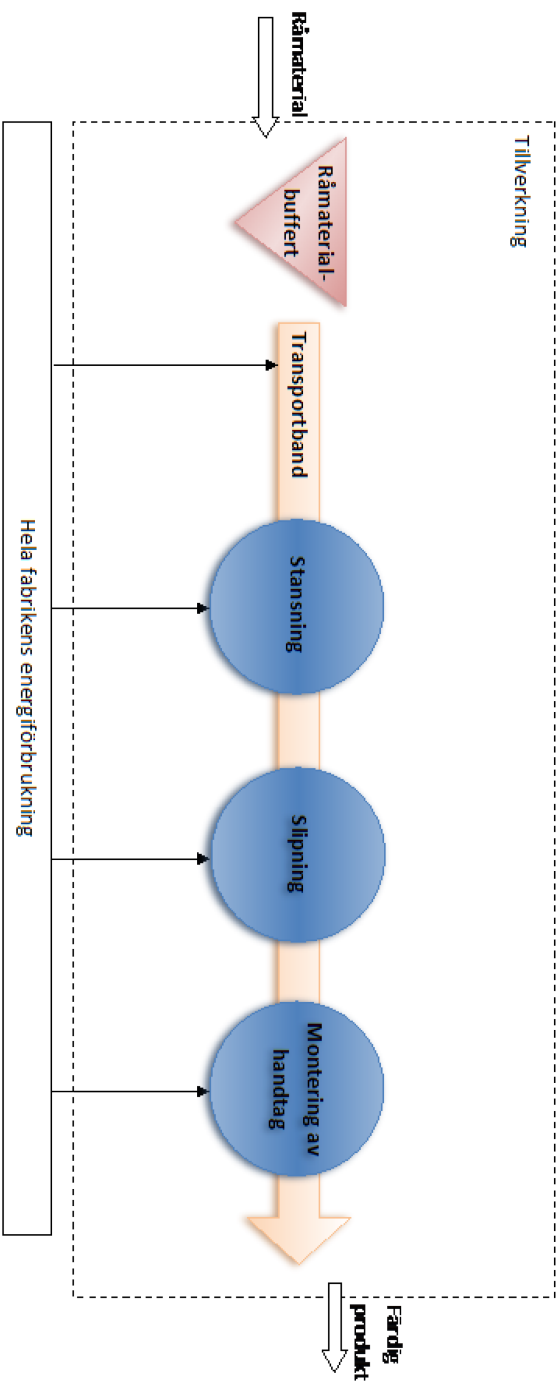
Brukar du använda dig av handböcker vid användning av nya program eller produkter:

Ja Nej

Har du för tidigare erfarenhet av webbformatet Wiki (t.ex. Wikipedia):

Ja Nej

Svärdtillverkning - Case



Uppgiftsbeskrivning - Bygga struktur

Här ovan finns en konceptuell modell över en produktionslina som ni ska förbereda utförandet av en miljöanalys på. Er uppgift är att överföra/sätta produktionslinans struktur till EcoProT. Alla maskiner och transportband ska finnas representerade i programmet. Till er hjälp har ni User manual.

Uppgiftsbeskrivning: bygga struktur

Observationsmall: bygga struktur

Checklista:

1. Förstår gruppen att de ska ta fram en hierarkisk modell?

JA

NEJ

Om nej, vad går fel?

2. Klarar gruppen av att ta fram noderna?

JA

NEJ

Om nej, vad går fel?

3. Placerar gruppen noderna i rätt ordning?

JA

NEJ

Om nej, vad går fel?

4. Använder testgruppen sig av länkfunktionerna och hittar gruppen rätt länkar?

JA

NEJ

Om nej, varför inte/vad går fel:

Övriga observationer:

Hittar gruppen User manual utan att fråga om hjälp?

Hur hittar gruppen den typ av information som behövs?

Vad diskuterar gruppen om?

*Vilka problem stöter gruppen på?
- Hur löser gruppen problemet?*

Ungefär hur lång tid tar det för gruppen att lösa uppgiften?

Intervjufrågor: bygga struktur

- Förstod ni vad ni skulle göra enligt uppgiftsbeskrivningen?
 - Om nej vad var svårt att förstå?
- Hur tänkte ni när ni byggde som ni gjorde?

(frågor om hur det var att hitta nödvändig information)

- Upplevde ni det svårt att hitta den information ni behövde för att lösa uppgiften?
 - Om det var svårt, varför var det svårt att hitta?
- Fanns informationen där ni trodde att den skulle finnas?
 - Om nej, vart skulle du kunna ge ett exempel.
- Tycker ni att manualen är logiskt uppbyggd?
 - Om nej kan du ge ett exempel på något du tycket var ologiskt?

(frågor om de förstod innehållet manualen)

- Förstod ni hur ni skulle lösa uppgiften enligt handboken?
- Tycker ni att texten var tydlig?
 - Om nej kan du ge ett exempel på vad som var otydligt?
- Var någon/några delar av uppgiften svåra att förstå hur man skulle göra?
 - Vilken och varför, kan ni ge exempel på vad som hade fått dig att förstå bättre?

(frågor om informationen i handboken hjälpte för att lösa uppgiften)

- Var användarmanualen till hjälp för att lösa uppgiften eller visste ni hur ni skulle göra sedan tidigare alternativt gick ni på känsla?
- Tycker ni att all information som ni behövde för att lösa uppgiften fanns?
 - Om nej, kan du ge ett exempel på vad som fattades?
- Tycker ni att det ni läste hade relevans för att ni skulle lösa uppgiften?

(övrig fråga)

- Kan ni ge ett exempel på något som var bra respektive mindre bra med manualen?



Uppgift – Produkt/Automod

Introduktion

Vi heter Linn, Josefin, Lina och Charlotte och vi har under våren arbetat med att ta fram en internetbaserad användarmanual för miljöanalysprogrammet EcoProIT. Vi vill nu testa om användarmanualen är lätt att förstå och hjälper vid användandet av programmet. Därför vill vi nu ha din hjälp att testa vår användarmanual.

Testet går till så att du utför en uppgift där vi vill undersöka förståelsen och strukturen i en del av användarmanualen. Testet är helt prestationslöst och är bara till för att vi i kandidatgruppen ska kunna få en uppfattning om brister och delar som behöver förbättras i manualen.

Du kommer först få svara på ett antal allmänna frågor om t.ex. utbildning och förkunskaper. Därefter kommer du få utföra två uppgifter en i EcoProIT och en i Automod med hjälp av manualen. Till din hjälp har du en dator där du löser uppgiften och en dator för att läsa användarmanualen. Under testet kommer några personer från kandidatgruppen observera hur du använder dig av manualen under uppgiftens gång. Efter testet kommer vi ha en kort intervju med frågor om hur du uppfattade manualen. Testet kommer vara anonymt och ta ungefär 30 minuter.

Tack för din medverkan!

Hälsningar

Linn, Josefin, Lina och Charlotte

Bakgrundsfrågor: produkt/AutoMod

Vad arbetar du med: _____

Om student, vilken årskurs: _____

Har du tidigare erfarenhet av något simuleringsprogram:

Ja Nej

Om ja, vilket/vilka: _____

Vad har du för tidigare erfarenhet av Automod:

ingen erfarenhet

stor erfarenhet

1

2

3

4

5

Har du tidigare erfarenhet av något analysprogram som används för analysering av en produktionslina:

Ja Nej

Brukar du använda dig av handböcker vid användning av nya program eller produkter:

Ja Nej

Har du för tidigare erfarenhet av webbformatet Wiki (t.ex. Wikipedia):

Ja Nej

Uppgiftsbeskrivning: produkt/AutoMod

Uppgift 1

På datorskärmen framför dig har du en uppritad produktionslina för en svärdstillverkning. Tyvärr har ingenjören som simulerat upp linan gjort fel då denne ritade produktens väg, din uppgift är att rätta till detta. Ta först bort produktens nuvarande väg, ändra sedan färg på produkten till grön och döp den till "svard". Rita därefter in den korrekta vägen enligt ordningen: råmaterial - stansning - slipning - montering. Till din hjälp har du User manual som finns på hemsidan för EcoProIT.

Uppgift 2

När det är klart ska du simulera EcoProIT-modellen i Automod och få tillbaka miljödata i EcoProIT. Börja med att ställa in simuleringstiden i EcoProIT till 45 timmar, exportera sedan modellen till Automod och simulera modellen. Till din hjälp har du User manual som finns på hemsidan för EcoProIT.

Filerna som sparas ner från EcoProIT *ska* sparas i mappen TestX (där X står för ditt testnummer) som ligger i en mappen Usability Case på Skrivbordet. De filer som sparas från AutoMod ska ligga i mappen AutoMod som i sin tur ligger i din TestX-mapp. Döp filerna du sparar till testX.

Observationsmall: produkt/AutoMod

Checklista - Produkt

Klarar testpersonen att radera/flytta redan uppritad produkts "väg"?

JA NEJ

Om nej, varför inte/vad går fel:

Klarar testpersonen att byta färg på produkten?

JA NEJ

Om nej, varför inte/vad går fel:

Klarar testpersonen att byta namn på produkten?

JA NEJ

Om nej, varför inte/vad går fel:

Klarar testpersonen att dra den nya banan korrekt?

JA NEJ

Om nej, varför inte/vad går fel:

Checklista - Automod

Klarar testpersonen att ställa in simuleringstiden i EcoProIT?

JA NEJ

Om nej, varför inte/vad går fel:

Klarar testpersonen att exportera till en .m fil?

JA NEJ

Om nej, varför inte/vad går fel:

Klarar testpersonen att skapa en dir fil?

JA NEJ

Om nej, varför inte/vad går fel:

Klarar testpersonen att importera modellen?

JA NEJ

Om nej, varför inte/vad går fel:

Klarar testpersonen att verifiera variablerna?

JA NEJ

Om nej, varför inte/vad går fel:

Klarar testpersonen att "run model"?

JA NEJ

Om nej, varför inte/vad går fel:

Klarar testpersonen få tillbaka resultatet i EcoProIT?

JA

NEJ

Om nej, varför inte/vad går fel

(Utförde testpersonen uppgifterna i rätt ordning?

Ja

Nej

Om nej, varför inte?

Vilken ordning utfördes uppgifterna?)

Övriga observationer

Hittar personen User manual utan att fråga om hjälp?

JA

NEJ

Hur gör personen för att hitta instruktioner?

Använder testpersonen sig av länkfunktionerna och hittar personen rätt länkar?

JA

NEJ

Om nej, varför inte/vad går fel:

Stötte personen på problem i utförandet av uppgiften?

-Om ja, vad för problem?

Ungefär hur långtid tar det för personen att lösa uppgiften?

Intervjufrågor: produkt/AutoMod

- Förstod du vad du skulle göra enligt uppgiftsbeskrivningen?
 - Om nej vad var svårt att förstå?

(frågor om hur det var att hitta nödvändig information)

- Upplevde du det svårt att hitta den information du behövde för att lösa uppgiften?
 - Om det var svårt, varför var det svårt att hitta?
- Fanns informationen där du trodde att den skulle finnas?
 - Om nej, vart skulle du kunna ge ett exempel.
- Tycker du att manualen är logiskt uppbyggd?
 - Om nej kan du ge ett exempel på något du tycket var ologiskt?

(frågor om de förstod innehållet manualen)

- Förstod du hur du skulle lösa uppgiften enligt handboken?
- Tycker du att texten var tydlig?
 - Om nej kan du ge ett exempel på vad som var otydligt?
- Var någon/några delar av uppgiften svåra att förstå hur man skulle göra?
 - Vilken och varför, kan du ge exempel på vad som hade fått dig att förstå bättre?

(frågor om informationen i handboken hjälpte för att lösa uppgiften)

- Var användarmanualen till hjälp för att lösa uppgiften eller visste du hur du skulle göra sedan tidigare?
- Vad det någon information som du saknade?
- Tycker du att det du läste hade relevans för att du skulle lösa uppgiften?

(övrig fråga)

- Kan du ge ett exempel på något som var bra respektive mindre bra med manualen?



Uppgift – Automod

Introduktion

Vi heter Linn, Josefin, Lina och Charlotte och vi har under våren arbetat med att ta fram en internetbaserad användarmanual för miljöanalysprogrammet EcoProIT. Vi vill nu testa om användarmanualen är lätt att förstå och hjälper vid användandet av programmet. Därför vill vi nu ha din hjälp att testa vår användarmanual.

Testet går till så att du utför en uppgift där vi vill undersöka förståelsen och strukturen i en del av användarmanualen. Testet är helt prestationslöst och är bara till för att vi i kandidatgruppen ska kunna få en uppfattning om brister och delar som behöver förbättras i manualen.

Du kommer först få svara på ett antal allmänna frågor om t.ex. utbildning och förkunskaper. Därefter kommer du få utföra en uppgift i EcoProIT och Automod med hjälp av manualen. Till din hjälp har du en dator där du löser uppgiften och en dator för att läsa användarmanualen. Under testet kommer några personer från kandidatgruppen observera hur du använder dig av manualen under uppgiftens gång. Efter testet kommer vi ha en kort intervju med frågor om hur du uppfattade manualen.

Testet kommer vara anonymt och ta ungefär 30 minuter.

Tack för din medverkan!

Hälsningar

Linn, Josefin, Lina och Charlotte

Bakgrundsfrågor: AutoMod

Vad arbetar du med: _____

Om student, vilken årskurs: _____

Har du tidigare erfarenhet av något simuleringsprogram:

Ja Nej

Om ja, vilket/vilka: _____

Vad har du för tidigare erfarenhet av Automod:

ingen erfarenhet

stor erfarenhet

1

2

3

4

5

Har du tidigare erfarenhet av något analysprogram som används för att analysera en produktionslina:

Ja Nej

Brukar du använda dig av handböcker vid användning av nya program eller produkter:

Ja Nej

Har du för tidigare erfarenhet av webbformatet Wiki (t.ex. Wikipedia):

Ja Nej

Uppgiftsbeskrivning: AutoMod

Din uppgift är att simulera given EcoProIT modellen i Automod och få tillbaka miljödata i EcoProIT. Börja med att ställa in simuleringstiden i EcoProIT till 45 timmar, exportera sedan modellen till Automod och simulera där modellen. Till din hjälp har du *User manual* som finns på hemsidan för EcoProIT.

Filerna som sparas ner *ska* sparas i mappen testX (där X står för dit testnummer) som ligger i en mappen usability case. Döp filerna till testX.

Observationsmall: AutoMod

Checklista

Klarar testpersonen att ställa in simuleringstiden i EcoProIT?

JA NEJ

Om nej, varför inte/vad går fel:

Klarar testpersonen att exportera till en .m fil?

JA NEJ

Om nej, varför inte/vad går fel:

Klarar testpersonen att skapa en dir fil?

JA NEJ

Om nej, varför inte/vad går fel:

Klarar testpersonen att importera modellen?

JA NEJ

Om nej, varför inte/vad går fel:

Klarar testpersonen att verifiera variablerna?

JA NEJ

Om nej, varför inte/vad går fel:

Klarar testpersonen att "run model"?

JA NEJ

Om nej, varför inte/vad går fel:

Klarar testpersonen få tillbaka resultatet i EcoProIT?

JA

NEJ

Om nej, varför inte/vad går fel

(Utförde testpersonen uppgifterna i rätt ordning?)

Ja

Nej

Om nej, varför inte?

Vilken ordning utfördes uppgifterna?)

Övriga observationer

Hittar personen User manual utan att fråga om hjälp?

JA

NEJ

Hur gör personen för att hitta instruktioner?

Använder testpersonen sig av länkfunktionerna och hittar personen rätt länkar?

JA

NEJ

Om nej, varför inte/vad går fel:

Stötte personen på problem i utförandet av uppgiften?

-Om ja, vad för problem?

Ungefär hur långtid tar det för personen att lösa uppgiften?

Intervjufrågor: AutoMod

- Förstod du vad du skulle göra enligt uppgiftsbeskrivningen?
 - Om nej vad var svårt att förstå?

(frågor om hur det var att hitta nödvändig information)

- Upplevde du det svårt att hitta den information du behövde för att lösa uppgiften?
 - Om det var svårt, varför var det svårt att hitta?
- Fanns informationen där du trodde att den skulle finnas?
 - Om nej, vart skulle du kunna ge ett exempel.
- Tycker du att manualen är logiskt uppbyggd?
 - Om nej kan du ge ett exempel på något du tycket var ologiskt?

(frågor om de förstod innehållet manualen)

- Förstod du hur du skulle lösa uppgiften enligt handboken?
- Tycker du att texten var tydlig?
 - Om nej kan du ge ett exempel på vad som var otydligt?
- Var någon/några delar av uppgiften svåra att förstå hur man skulle göra?
 - Vilken och varför, kan du ge exempel på vad som hade fått dig att förstå bättre?

(frågor om informationen i handboken hjälpte för att lösa uppgiften)

- Var användarmanualen till hjälp för att lösa uppgiften eller visste du hur du skulle göra sedan tidigare?
- Tycker du att all information som du behövde för att lösa uppgiften fanns?
 - Om nej, kan du ge ett exempel på vad som fattades?
- Tycker du att det du läste hade relevans för att du skulle lösa uppgiften?

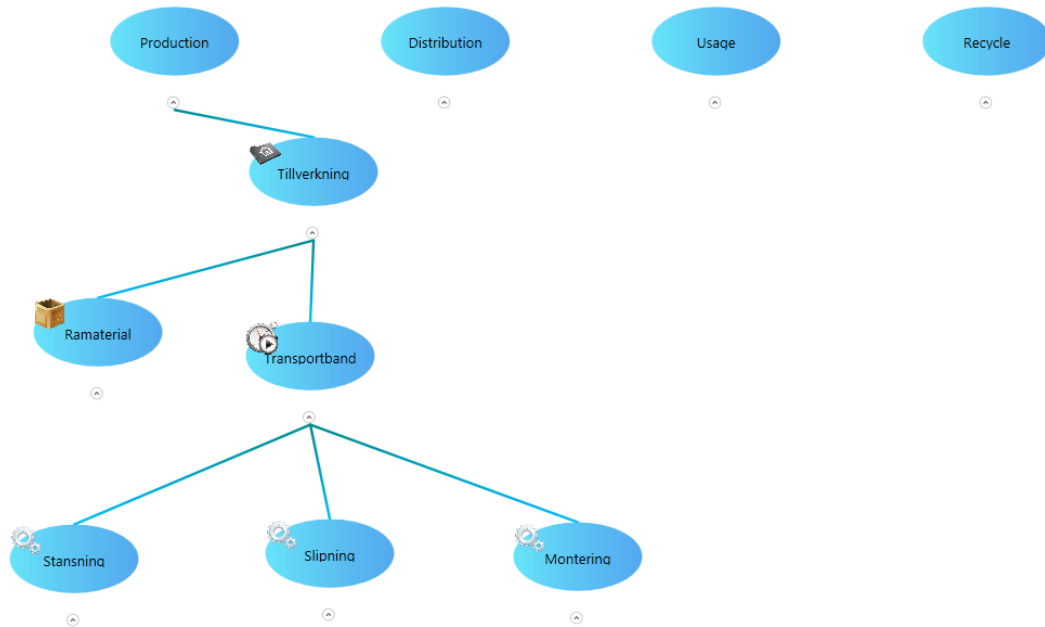
(övrig fråga)

- Kan du ge ett exempel på något som var bra respektive mindre bra med manualen?

Bilaga D

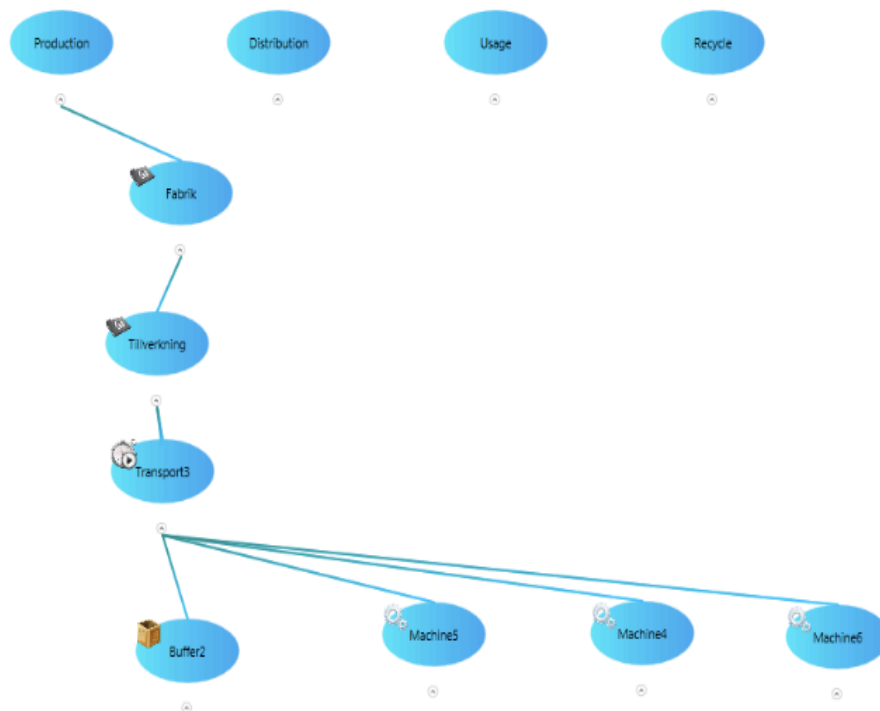
Bild på korrekt hierarkisk struktur som skulle byggas upp i gruppuppgiften samt gruppernas resultat.

Bild på korrekt hierarkisk struktur från gruppuppgiften

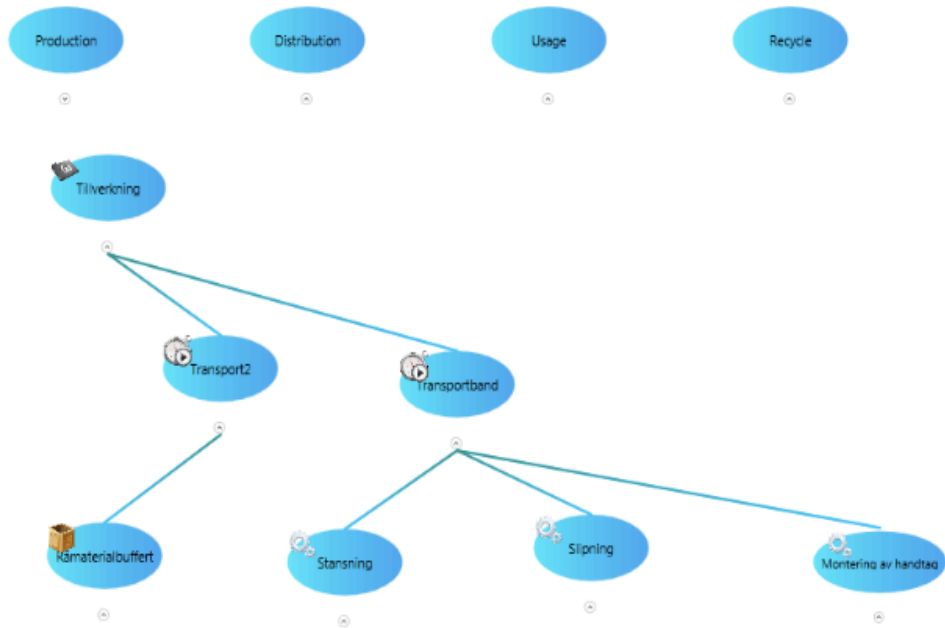


Bilder på resultatet från gruppuppgifterna den hierarkiska strukturen

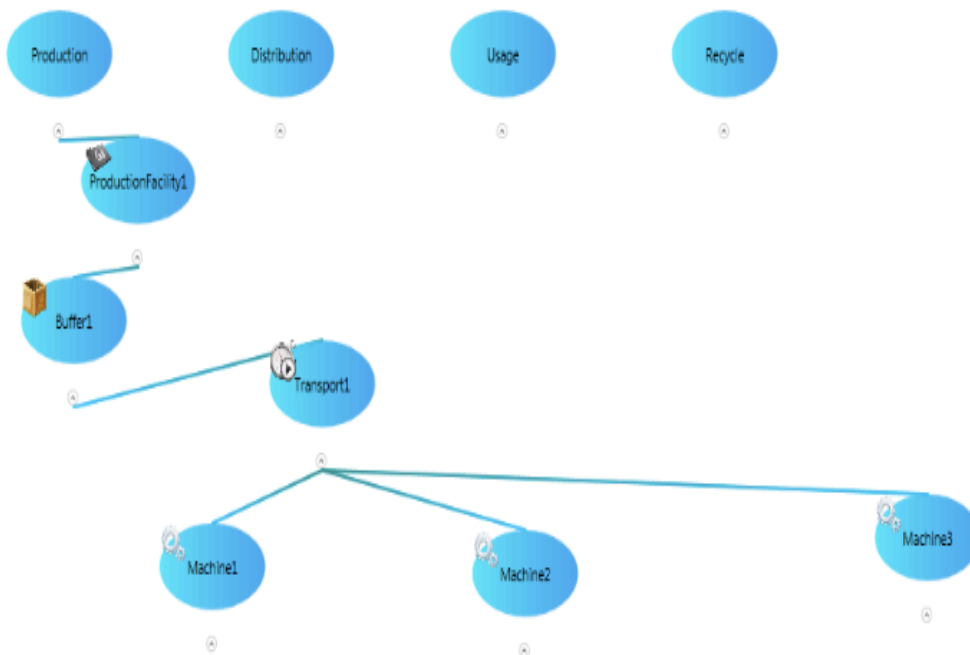
Grupp 1



Grupp 2



Grupp 3



Bilaga E

Beräknade värden till EcoProIT modell.

Storhet	Picking Robot	OP05	Conveyor1	Hiss 1	Conveyor2	Robot	Rough turning cell OP10	Rough turning cell OP20	Conveyor3	Marking Machine	OP25	Conveyor4	Hiss2	Conveyor5
Kapacitet [st]	1,00	2,00	1,00	30,00	2,00	2,00	Uniform (37,5,42,17)	Constant (19,175)	5,00	2,00	28,00	1,00	11,00	
Tid [s]	Lognormal (2,76;0,0896)	Constant (13,076)	Constant (12,8)	Constant (37,9)	Constant (21,79)	Constant (37,5,42,17)	Constant (19,175)	Constant (3,65)	Constant (30,1)	Constant (31,95)	Constant (17)	Constant (18,7)		
Längd [m]		2,30	2,80	6,91				0,78		6,22	2,80	3,46		
Hastighet [m/s]			0,22	0,18				0,21		0,19	0,16	0,17		
Idle [kWh]	0,90	2,55	0,48	2,55	1,04	4,70	4,70	2,55	1,70	2,55	0,48	2,55		
Processing [kWh]	0,90	2,55	0,48	2,55	3,11	21,78	21,78	2,55	1,70	2,55	0,48	2,55		
Scraprate [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
MTBF [h]	2,94	16,38		16,38		16,15	16,15	16,38	12,84	16,38		16,38		
MTTR [h]	0,12	0,60		0,60		0,29	0,29	0,60	0,32	0,60		0,60		

Storhet	Drilling Machine	OP30	Conveyor6	Fine Turning	OP40	Conveyor7	Measure Machine	OP50	Conveyor8	Balancing machine	OP60	Conveyor9
Kapacitet [st]	1,00	3,00	2,00	4,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	30,00	
Tid [s]	Constant (28,1)	Constant (25,7)	Constant (29,25)	Constant (22,7)	Constant (17,2)	Constant (7,5)	Lognormal (2,96;0,051)	Constant (72,4)				
Längd [m]		5,00		4,00		1,00		9,10				
Hastighet [m/s]								0,13				
Idle [kWh]	4,64	2,55	15,12	2,55	1,01	2,55	2,80	2,55				
Processing [kWh]	10,07	2,55	27,68	2,55	1,01	2,55	3,99	2,55				
Scraprate [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	99,77	0,00	0,00	0,00				
MTBF [h]	4,42	16,38	18,37	16,38	5,60	16,38	4,30	16,38				
MTTR [h]	0,17	0,60	0,57	0,60	0,19	0,60	0,22	0,60				