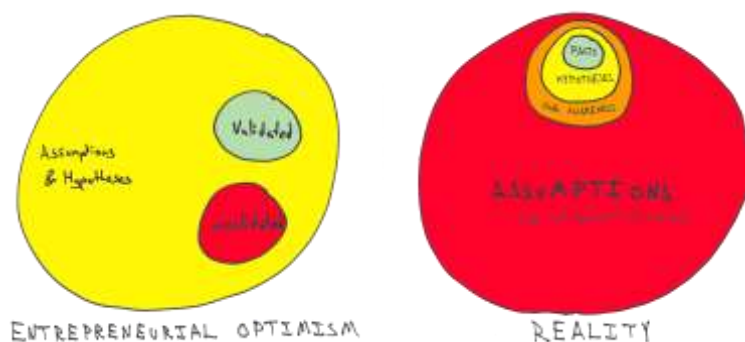


ASSUME

Publik rapport



Författare: **Ulf Eliasson**
Datum: **20170830**
Projekt inom **Elektronik, mjukvara och kommunikation**

FFI Fordonsstrategisk
Forskning och
Innovation

WINNDA

Energisystemhuset

TRAFIKVERKET

FMG
of the

STRENGTH

SCANIA

VOLVO

Innehållsförteckning

1 Sammanfattning	3
2 Executive summary in English.....	3
3 Bakgrund.....	4
4 Syfte, forskningsfrågor och metod	5
5 Mål	5
6 Resultat och måluppfyllelse	5
7 Spridning och publicering	8
7.1 Kunskaps- och resultatspridning	8
7.2 Publikationer.....	8
8 Slutsatser och fortsatt forskning	9
9 Deltagande parter och kontaktpersoner.....	9

Kort om FFI

FFI är ett samarbete mellan staten och fordonsindustrin om att gemensamt finansiera forsknings- och innovationsaktiviteter med fokus på områdena Klimat & Miljö samt Trafiksäkerhet. Satsningen innebär verksamhet för ca 1 miljard kr per år varav de offentliga medlen utgör drygt 400 Mkr.

För närvarande finns fem delprogram; Energi & Miljö, Trafiksäkerhet och automatiserade fordon, Elektronik, mjukvara och kommunikation, Hållbar produktion och Effektiva och uppkopplade transportsystem. Läs mer på www.vinnova.se/ffi.

Instruktioner

- *Instruktioner är skrivna med brun kursiv text – all sådan text tas bort innan redovisning sker.*
- *Ingen begränsning finns för antalet sidor*
- *Infoga inte dokument eller objekt som måste öppnas för att läsas eller ses. Det fungerar inte då slutrapporten omvandlas till en PDF-fil när den laddas upp i portalen.*
- *Denna rapport är publik vilket innebär att rapporten är tillgänglig för alla utan att någon sekretessgranskning kommer att göras. Rapporten läggs ut på FFI:s hemsida.*

1 Sammanfattning

Ett modernt fordon innehåller stora mängder distribuerad mjukvara som utvecklats parallellt med hårdvara och mekaniska komponenter, inte bara inom olika grupper internt hos tillverkare men också hos leverantörer i flera led. Traditionellt sett har integration mellan dessa olika komponenter skett vid ett fåtal tillfällen, ofta sent i projekten, och problem som visar sig vid integration har man sett till stor del beror på felaktiga antaganden.

På grund utav den parallella och distribuerade utvecklingen som är norm inom fordonsindustrin så hamnar beslutsfattare på olika nivåer, från utvecklare till arkitekter och systemägare, ofta i situationer där man fattar beslut baserat på antaganden utan någon egentlig möjlighet att säkerställa att dessa antaganden är korrekta förrän senare i projekten, när det är kostsamt och riskabelt att införa nya förändringar.

Syftet med det här projektet har varit att ta fram metoder och ett analytiskt ramverk för att hantera antaganden, i nära samarbete med system- och mjukvarutvecklare på Electric Propulsion Systems vid Volvo Cars, som utvecklar el-drivlina och laddning/lagring av energi för hybrid och elbilar.

Projektet har utförts som en serie av fallstudier på olika nivåer och delar av utvecklingsorganisationen, i huvudsak hos Volvo Cars men också hos andra fordonstillverkare samt företag från andra branscher.

Resultaten från projektet har visat att den mest lämpliga metoden för att hantera antaganden är att införa processer och metoder som stödjer korta loopar med tidig testning och snabb feedback för att generera kunskap. Men det måste också finnas stöd i organisationen, arbetssätt och processer för att agera på ny kunskap när man kunnat pröva sina antaganden. Det är en resa som nu är påbörjad hos Volvo Cars.

2 Executive summary in English

The project ASSUME was designed to explore, first how assumptions and faulty assumptions in particular affects the development in a modern software and mechatronics company and secondly if assumption management frameworks could be a solution to mitigate the problems. The results from several studies and interview series show primarily that the idea of assumption management frameworks - systems to document and maintain assumptions found by manual analysis - is not the answer. The main reasons are the considerable portion of unknown assumptions that are made, which thus will not be documented, and the difficulty to formalize the language of assumption specification. The latter is important since categorization and structure is considered as important in the frameworks, while the system complexity and huge variety of assumption types makes formalization impossible.

The ASSUME project had several goals, of which the main was to mitigate assumptions in distributed software-mechantronics development, initially by means of an assumption management framework. However, the results shows clearly that an assumption framework cannot solve this issue, and that continuous integration (fast test loops) has to be used instead to find and fix faulty assumptions. One

framework has been tested, but with expected and negative results. Hence, the suggested project result in the application was falsified, but we have gain much understanding in the field.

After the falsification of the assumed usability of assumption frameworks, the project has studied several alternative approaches to mitigate faulty assumptions. The most important result is that we now believe that the only and crucial way to find faulty assumptions is by testing, and automated testing in particular. However, this approach is nontrivial in the automotive industry since hardware and mechatronics development is usually, due to time constraints, conducted in parallel with software development. The studied solution is to utilize model based testing, whereas the hardware, systems and mechatronics that is not yet available is modeled. This approach is merged with the standard agile software development paradigm of continuous integrations, whereas new code is continuously tested in closed loop with a modeled system. In general this approach has shown successful, although an important conclusion is that virtual testing never can replace real testing. It will solve many issues, but not all.

Moreover, several studies have considered problems in the organization due to handovers (following the classical "waterfall" process). Handovers usually produce large amounts of assumptions, which could be avoided by using a more "agile" development process, with cross functional teams rather than a line organization. For example, the project has identified gaps between system design (high level) and development (low level). The results are aligned with the ideas of agile development (including e.g. commercialized frameworks as SCRUM and SAE), and the project has hence strengthened the "agile transformation" which is currently ongoing at R&D.

"Executive summary in English" ska vara skriven på engelska och vara en komprimerad version av rapporten, inte enbart en översättning av den svenska sammanfattningen.

3 Bakgrund

Dagens bilindustri går förnärvarande igenom flera stora och viktiga omställningar. Två speciellt viktiga utmaningar är omställningen till mer hållbar energi, dvs. elektrifiering där svensk fordonsindustri ligger långt framme, och den enorma ökningen av mjukvara i fordon. Mängden mjukvara i bilar har exploderat sedan den först introducerades för motorstyrning på 90-talet. Idag är det få funktioner där inte en stor del är implementerad i mjukvara. Samtidigt har det de senaste åren kommit nya mjukvarutunga funktioner, så som el- och hybriddrift, aktiva säkerhetssystem, och runt hörnet står autonoma fordon. Antalet funktioner växer och komplexiteten ökar samtidigt som biltillverkare snabbare måste lansera nya funktioner och bilar till marknaden för att inte hamna efter sina konkurrenter.

Utvecklingen av olika mjukvaror, hårdvaror och mekaniska system, sker parallellt. Distribuerat, inte bara inom olika grupper hos ett företag eller en tillverkare, men också mellan olika företag och underleverantörer, utspridda över hela världen.

Dessutom har biltillverkare börjat ta hem mer och mer av mjukvaruutvecklingen, speciellt sådana som ses som viktiga för varumärket, och lägga den på grupper inom företaget. Man ser fördelar med att göra mjukvara in-house, så som att snabbare kunna lansera nya och uppdatera befintliga funktioner men också för att bygga kunskap inom företaget. Men det skapar också nya utmaningar hårdvara och mekaniska system som styrs av mjukvaran fortfarande ofta tillverkas av underleverantörer.

Under sådan utveckling är antaganden, rörande tex. signalering, timing, eller hårdvara, en viktig källa till problem; om inte dessa antaganden identifieras och säkras leder det oundvikligen till problem när mjukvaran exekveras. Eftersom dessa problem är på systemnivå finns även risk att dessa problem upptäcks sent, i värsta fall av kunder, vilket generellt blir mycket kostsamt och även potentiellt farligt.

4 Syfte, forskningsfrågor och metod

Syftet med projektet har varit att hitta metoder för att hantera och lindra effekterna av felaktiga antaganden. Stora delar av projektet har varit en serie av fallstudier. De första studierna har haft fokus på att studera vilka typer av antaganden som görs och vad de har för effekt. Fortsättningsvis så har vi undersökt hur dessa bäst kan identifieras och lindras. Slutligen vad som händer i organisationer som utvecklar automotive, eller komplexa mekatroniska, system när den typen av förändringar som identifieras införs.

I detta tillämpade projekt har vi som avsikt att utveckla metoder och ett analytiskt ramverk för att hantera antaganden, i nära samarbete med system- och mjukvaruutvecklare på Electric Propulsion Systems på Volvo Car Corp., som bidrar med insikt och en perfekt plattform att experimentera på. Utvecklingen av hybrid- och el-bilar innebär en betydande del ny, distribuerad mjukvara. Beslut under systemutvecklingens livscykel som rör system- och mjukvaruarkitektur är avgörande för att möjliggöra att uppdrags- och affärs mål för systemet uppnås och uppfyller kravställda funktionella och icke funktionella krav. Defekter som upptäcks vid, eller till och med efter, integration beror övervägande på inkorrekt eller oförutsedda interaktionsbeteenden mellan systemartifakter. Bristen på hanterandet av dessa antaganden leder oundvikligen till inkonsekventa antaganden bland systemartifakter, dessa resulterar i störningar som det finns många exempel på från t.ex. GM och Toyota.

5 Mål

Det ursprungliga målet med detta doktorandprojekt var att identifiera antaganden samt utveckla ramverk för hantering och säkring av antaganden på systemnivå. Projektet genomfördes på det mest komplicerade bil vi har idag, plug-in-hybriden, samt byggt på den nya standarden för mjukvaruutveckling för fordon, AUTOSAR. Ett annat viktigt mål var att bygga upp kompetensen inom Software Center, ett samarbete mellan bland annat Volvo Personvagnar, Volvo AB, Ericsson, Saab AB, Chalmers och Göteborgs Universitet.

Att identifiera olika typer av antaganden och dess effekter har varit ett genomgående mål för projektet, men hur man bäst hanterar och minskar riskerna har reviderats något under projektets gång. Det ursprungliga målet att själva ta fram ett ramverk för att hantera antaganden visade sig inte vara det mest fruktsamma angreppssättet för att minska riskerna och effekterna av felaktiga antaganden.

Beskriv målet för projektet så som det redogjordes för i projektansökan. Om målet, under projektets gång, har förändrats i jämförelse med vad som angavs i projektansökan ange då på vilket sätt och varför.

6 Resultat och måluppfyllelse

Projektet hade flera delmål, beskrivna i projektbeskrivningen. Huvudmålet har varit att mildra problem pga av antaganden vid distribuerad mjukvaru-utveckling via ett ramverk för att hantera antaganden. Resultaten i projektet pekar mot att ett ramverk för antaganden inte är effektivt för att nå målet. Snarare har det visat sig vara korta, snabba, loopar med tidig testning av systemet för att både hitta och rensa ut felaktiga antaganden. Ett ramverk har dock testats och resultaten är i linje med vår övertygelse. Målet har uppnåtts, men inte exakt som förutspått innan projektstart.

Projektet har stärkt förståelsen, och övertygelsen, för behovet av massiv och automatiserad testning inom mjukvaruutveckling. I en produkt som är komplex som en modern premiumbil finns inte möjlighet att i analysfas kartlägga och dokumentera antaganden som gjorts. Istället måste dessa upptäckas genom provning, kontinuerlig och automatisk.

Projektet har studerat användning av automatiserad provning (modellbaserad) av mekatronisk styrmjukvara under utveckling, för att lösa utmaningen att kunna verifiera fram felaktiga antaganden genom provning även då hårdvara ännu ej finns att tillgå. Inom bil- och annan avancerad mekatronisk industri sker utveckling av mjukvara (styr och regler, mm) parallellt med mekanik- och mekatronik-utveckling, vilka normalt sker externt hos leverantör. Det har visat sig mycket lönsamt att modellera och simulera mekanik tillsammans med nyutvecklad styrmjukvara. Det har även visat sig att felaktiga antaganden, främst i modeller av externt utvecklad teknik, fortfarande slinker igenom, men i betydligt mindre grad jämfört med en klassisk analys.

Vidare har projektet studerat "glapp" inom organisationen (specifikt Volvo Cars, men sannolikt möjligt att generalisera) där olika delar av organisationen inte samarbetar i den utsträckning som krävs (tex på grund av s.k. vattenfall-processer med formaliserat samarbete i form av överlämningar av dokument och kravställning). Projektet har i ett par studier koncentrerat sig på glappet mellan systemarkitektur (hög, beskrivande nivå) och utveckling (låg, detaljerad nivå) – samt konsekvenser av samt utmaningar med detta glapp.

De övergripande resultaten ligger helt i linje med den mjukvaru-industriella trenden av "empowered R&D", vilken föreskriver en inte plan, men i hög grad självorganiserad organisation, där tvärfunktionella team med helhetsansvar för specifika områden verkar tillsammans. Vad som även är tydligt är behovet av avancerade digitala arkitektur- och systemdatabaser, där produkten och dess varianter kan hanteras i sin helhet (underförstått att produkten *genereras* från databas och kod, och inte genom manuell bearbetning av den lagrade datan). Dessa databaser ger anställda den transparens som krävs för att samarbeta mot samma mål, samt att kunna hålla en arbetstakt som står sig gentemot konkurrensen.

Sammanfattningsvis har projektet belyst ett antal utmaningar men inte kunnat komma med direkta lösningar – utan mer visat på problemens komplexitet och nyttan av automation.

Bidrag per mål:

- Bidra till en fordonsindustri i Sverige som fortsätter att vara konkurrenskraftig
Huvudsakligen har arbetet inom detta projekt förkortat ledtider och möjliggjort ökad komplexitet i systemdesignen (utan att påverka kvaliteten).
- genomföra utvecklingsinitiativ som är relevanta för industrin
- leda till industriell teknik och kompetensutveckling
Då detta projekt har genomförts inom R&D hos Volvo Personvagnar har den stöttat flera andra projekt (verktyg som skapats i WP 3.1-3.4 används tex i skarpa projekt idag). Förståelsen om antaganden har även gett ökad förståelse och tilltro till flera arbetsmetoder.
- Bidra till trygg sysselsättning, tillväxt och starkare FoU-verksamhet
Vi drar slutsatsen att projektet har gjort Volvo Personvagnar mer konkurrenskraftigt (även om det är ett litet bidrag i det stora hela) genom att ta R&D närmare en modern mjukvaruorganisation för forskning och utveckling.
- stödmiljöer för innovation och samarbete
- sträva efter att säkerställa att ny kunskap utvecklas och implementeras, och att befintlig kunskap genomförs i industriella tillämpningar
WP 3 har levererat verktyg och kunskap som enligt ovan har använts i dagens utveckling, vilket möjliggör snabbare och effektivare utveckling och därmed fler innovationer. Det skall noteras att kunskap i liten omfattning skapas vid universitetet och sedan överförs till industrin. Kunskap skapas i branschen, där kompetensen finns, men forskning kan ge förståelse och nya perspektiv. ASSUME är ett bra exempel på detta. WP 1-2 har skapat förståelse för processerna och vad vi gör, och WP 3 (genomfört inom R&D) har skapat kunskap och verktyg (med hjälp av förståelsen).
- förstärka samarbetet mellan fordonsindustrin å ena sidan och Vägverket, universitet, högskolor och forskningsinstitut på andra sidan

- sträva efter att säkerställa nationell kompetensfördelning och att etablera FoU med konkurrenskraftig styrka på internationell nivå

Som nämnts ovan har projektet varit ett nära samarbete mellan Volvo Cars (industri) och Chalmers (universitet), stärkt detta samarbete i stort och öppnar för nya projekt. ASSUME har genomförts i nära samarbete (delvis som ett associerat projekt) med Software Center i Göteborg, vilket är forskning och industriellt samarbete som bedrivs av flera universitet (i Göteborg, Lund och Mälardalen) och medfinansieras och manageras av branschen.

Beskriv uppnådda resultat och konkreta leveranser och hur de ssa har bidragit till FFI:s mål på både övergripande program- och delprogramnivå.

Hur har målen nåtts? Kommentera ev. avvikelser, såväl negativa som positiva.

7 Spridning och publicering

7.1 Kunskaps- och resultatspridning

Hur har/planeras projektresultatet att användas och spridas?	Markera med X	Kommentar
Öka kunskapen inom området	X	
Föras vidare till andra avancerade tekniska utvecklingsprojekt	X	
Föras vidare till produktutvecklingsprojekt	X	
Introduceras på marknaden		
Användas i utredningar/regelverk/tillståndsärenden/ politiska beslut		

Finns kopplingar till andra interna/externa projekt som kan påskynda introduktion eller ge större genomslag?

7.2 Publikationer

Journalbidrag

Chen Yang, Peng Liang, Paris Avgerion, Ulf Eliasson, Rogardt Heldal, Patrizio Pelliccione, Tingting Bi: *An industrial case study on an Architectural Assumption Documentation Framework*. 2017, Journal of Systems and Software

Ulf Eliasson, Patrizio Pelliccione, Rogardt Heldal: *The State of Architecture Descriptions in Industry: A Survey* 2017, To be submitted

Konferensbidrag

Chen Yang, Peng Liang, Paris Avgeriou, Ulf Eliasson, Rogardt Heldal, Patrizio Pelliccione: *Architectural Assumptions and Their Management in Industry - An Exploratory Study*. 11th European Conference on Software Architecture (ECSA), Canterbury, UK; 09/2017, DOI:10.1007/978-3-319-65831-5_14

Rogardt Heldal, Patrizio Pelliccione, Ulf Eliasson, Jonn Lantz, Jesper Derehag, Jon Whittle: *Descriptive vs prescriptive models in industry*. the ACM/IEEE 19th International Conference; 10/2016, DOI:10.1145/2976767.2976808

Ulf Eliasson, Antonio Martini, Robert Kaufmann, Sam Odeh: *Identifying and Visualizing Architectural Debt and Its Efficiency Interest in the Automotive Domain: A Case Study*. Managing Technical Debt Workshop 2015; 09/2015, DOI:10.1109/MTD.2015.7332622

Ulf Eliasson, Rogardt Heldal, Eric Knauss, Patrizio Pelliccione: *The need of complementing plan-driven requirements engineering with emerging communication: Experiences from Volvo Car Group*. 2015 IEEE 23rd International Requirements Engineering Conference (RE); 08/2015, DOI:10.1109/RE.2015.7320454

Ulf Eliasson, Rogardt Heldal, Patrizio Pelliccione, Jonn Lantz: *Architecting in the Automotive Domain: Descriptive vs Prescriptive Architecture*. 2015 12th Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture (WICSA), Montreal, QC, Canada; 05/2015, DOI:10.1109/WICSA.2015.18

Ulf Eliasson, Håkan Burden: *Extending agile practices in automotive MDE*.

Bokkapitel

Jonn Lantz, Ulf Eliasson: *Scaling Agile Mechatronics: An Industrial Case Study*. DOI:10.1007/978-3-319-11283-1-17

8 Slutsatser och fortsatt forskning

Att detta projekts slutmål omdefinierats under resans gång har konsekvenser även för fortsättningen. Dels ser vi angreppssättet och även forskningsfältet "assumption management frameworks", dvs att minska konsekvenserna av antaganden under utveckling med hjälp av olika former av ramverk för manuellt beskrivna antaganden, som oanvändbart. Dvs, oanvändbart för distribuerad utveckling av komplexa produkter och andra icke triviala kontexter.

Å andra sidan öppnas en ny forskningsfråga, som vårt projekt inte kunnat ge ett uttömmande svar på: hur minimerar vi effekterna av antaganden i en agil utvecklingsprocess (för en komplex produkt)? De svar som projektet gett belyser behoven av kontinuerlig integration och automatiserad testning (aka Continuous Integration, CI) samt tvärfunktionell organisation (jfr gapet mellan beskrivande arkitektur och verklig, detaljerad lösningsarkitektur).

Detta kan även översättas i ett behov av mer forskning om CI och automation å ena sidan samt nya organisationsmetoder, å andra sidan – specifikt "agila" organisationsmodeller med självorganisation, massiv användning av user experience samt mätdata-styrd utveckling. Bägge är mycket viktiga för Svensk innovation och utveckling.

9 Deltagande parter och kontaktpersoner

Volvo Cars

Ulf Eliasson

ulf.eliasson@volvocars.com

Jonn Lantz

jonn.lantz@volvocars.com, +46-72-9775415



Chalmers University of Technology

Rogardt Heldal

heldal@chalmers.se, +46-706-639348

Patrizio Pelliccione

patrizio.pelliccione@cse.gu.se



CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY