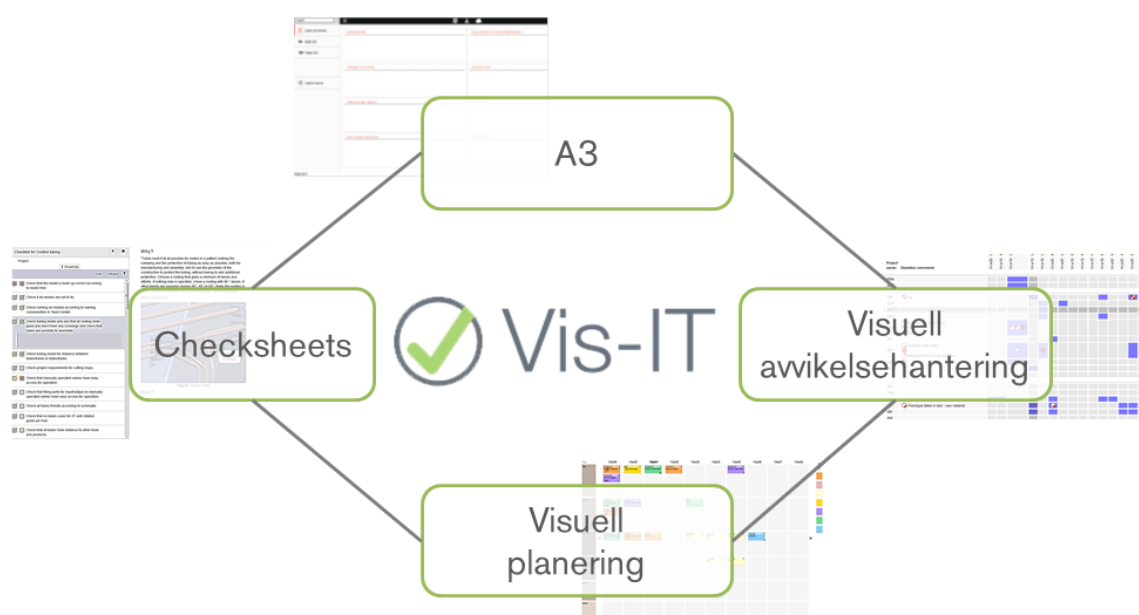


Visualisering och IT i Produkt- och Produktionsutveckling (Vis-IT)



Amer Catic
2015-10-28
Hållbar produktion

FFI Fordonsstrategisk
Forskning och
Innovation

VINNOVA

Energimyndigheten

TRAFIKVERKET

FKG

VOLVO

SCANIA

VOLVO

Innehållsförteckning

1 Sammanfattning	3
2 Executive summary.....	3
3 Bakgrund.....	5
4 Syfte, frågeställningar och metod.....	6
5 Mål	9
6 Resultat och måluppfyllelse	10
7 Spridning och publicering	19
7.1 Kunskaps- och resultatspridning	19
7.2 Publikationer.....	19
8 Slutsatser och fortsatt forskning	20
9 Deltagande parter och kontaktpersoner.....	20

Kort om FFI

FFI är ett samarbete mellan staten och fordonsindustrin om att gemensamt finansiera forsknings-, innovations- och utvecklingsaktiviteter med fokus på områdena Klimat & Miljö samt Säkerhet. 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

1 Sammanfattning

Vis-IT startades med målet att integrera två pågående trender inom produkt- och produktionsutveckling: trenden med ökad virtualisering av produkter och processer i 3D miljöer samt trenden med ökad visualisering av kunskapsarbete från organisatoriska transformationer enligt t.ex. Lean paradigmet. Syftet med projektet är att genom digitalisering göra de visuella (och ofta analoga) metoderna tillgängliga i en global kontext samt att utreda hur möjligheten till datahantering kan nyttjas för att uppnå kontinuerliga verksamhetsförbättringar och förbättrad kunskapshantering.

Projektet fokuserade på fyra huvudmetoder som utgör grundpelarna i det Lean-a paradigmet, visuell planering, visuell avvikelshantering (också kallat PULS), A3 problemlösningsmetodik samt ingenjörsschecklistor som kunskapsbärare. Projektet har levererat digitala varianter av de analoga och visuella metoderna för planering och avvikelshantering med en hög nivå av datahantering och demonstrerat deras validitet i skarp, industriell användning.

Slutsatserna är att:

1. övergången till digitala lösningar med hög nivå av datahantering är möjliga utan att grundmetodernas enkelhet behöver kompromissas
2. dessa lösningar dessutom kan skapa mervärden som de analoga metoderna helt saknar såsom att skapa olika vyer beroende på användare och göra historiska analyser för att identifiera flaskhalsar och förbättringsmöjligheter i den dagliga planeringen och exekveringen av kunskapsarbete.

Dessutom har projektet visat att digitala lösningar med låg nivå av datahantering kan ge vissa positiva effekter gällande användning av visuella metoder i globalt distribuerade team men att en optimal nivå av datahantering krävs för att skapa mervärden rörande kontinuerlig verksamhetsförbättring.

Vad gäller kunskapshantering och checklistor har projektet visat att den viktigaste styrkan med checklistor är att de på ett effektivt sätt löser en av de viktigaste flaskhalsarna i praktisk kunskapshantering – återanvändning av kunskap. Projektet har tagit fasta på detta och kompletterat checklistemetoden med möjlighet att representera komplex kunskap och därmed löst denna viktiga flaskhals. Den nya metoden kallas för "engineering checksheets" och kombinerar checklistornas enkelhet och visualitet med konstruktionshandbäckers förmåga att representera komplexa samband och fenomen genom brödtext och bilder.

2 Executive summary

Project "Visualization and IT in product and production development" (Vis-IT) was started to address the need to integrate two current trends in product and production development:

1. Increased virtualization and management of product and process data
2. Increased visualization of knowledge work concerning planning, deviation management, problem solving and knowledge management.

The project's aim was to combine the technologies from virtualization to digitalize the methods from visualization in order to enable their usage in global teams as well as to create transparency between knowledge work and the management of the knowledge needed for the execution and improvement of that knowledge work.

The project was set up in a cross-industrial and academic setting involving partners from automotive as well as medical technology industries supported with academic knowledge and a software supplier. The purpose of this set up was to apply and demonstrate the developed digital methods directly in industrial usage and through that generate feedback to enable quick learning and evolve both the methods and tools. This evolutionary approach was realized through a continuous development (or agile) approach called "vertical slicing" where each new addition to the digital methods and tools is first stated as a hypothesis, then developed with full functionality concerning both user interface, data processing logic and

data storage and employed to generate feedback in order to either prove or disprove the hypothesis based on actual usage.

The following is a summary of the findings concerning the four different method categories that have been digitalized in the project:

- **Visual planning**

The conclusions are that the user acceptance for the digital tool is directly related to their ease of use (and not necessarily their ability to exactly replicate the wall-based analog method). There is a clear risk of introducing too much data management in the tool (for the sake of later capitalization of the data). Such an introduction leads to a loss of visibility and transparency as well as destroys the ease of use as the creation of plans becomes too administrative. There is however a risk of introducing too little data management allowing too much flexibility for the users to create their own planning standards. This too leads to a loss of visibility and transparency between different plans (e.g. project or line function plans). In addition too little or no data management also leads to a degradation of value of the digital tool as a certain level of data management is needed to allow added functionality (such as aggregation of an individuals commitments from different planning boards, filtering possibilities to improve visibility and possibility to do statistical follow-up of bottlenecks in the knowledge work based on plans and outcomes). The project has put much attention to the level of data management and automation to find the optimal spot in the method and tool that has resulted from the project.

- **Visual deviation management (PULS)**

Conclusions concerning the level of data management and automation are on par with the conclusions from visual planning also in deviation management. Additional knowledge was created concerning how to visually manage and represent the lifecycle of a deviation to make sure the deviation management meeting can fulfill its purposes of creating transparency and synchronization between the different organizational functions which typically participate in such PULS meetings. Also traceability to additional data concerning not only the status of the deviation but also concerning its resolution was needed to be integrated in the method and tool to fully benefit from the digitalization effort.

- **Lean reporting/A3**

The main bottlenecks concerning the usage of this method (at least in the consortium) were found to be not in the method or its digitalization but in the training and policies concerning its usage (e.g. when and how to use, who to involve etc). For this reason no significant hypotheses and corresponding vertical slices could be extracted from the participating companies.

- **Engineering checklists**

It was found that the term **checklists** was quite wide spread in the participating companies but its usage was mainly of an administrative character e.g. *checking* in retrospect that simple administrative tasks mainly concerning documentation have been done for the sake of downstream processes. From a knowledge reuse point of view it was found that the checklist method as such is effective as it helps the user to focus on relevant decisions and tasks. It was however found that its simplicity is a limiting factor for a wider usage because of the inability to capture more complex engineering knowledge concerning interactions, correlations and dependencies between different components and/or physical phenomena. The hypothesis, which was successfully evaluated, concerned the idea to integrate the simplicity and visibility (mainly in terms of knowledge reuse) of checklists with the complexity of engineering guidelines and handbooks. The result was named engineering checksheets and both the method and the tool have been positively accepted by the users

Finally it is concluded that future research needs to focus on the integration of the four different methods to create a base of logically connected methods to achieve continuous improvement by connecting the planning and execution of knowledge work (through visual planning, deviation management and problem solving) with the management of the knowledge needed to execute and improve the knowledge work.

3 Bakgrund

Projektet Vis-IT startades för att adressera sammanförandet av två olika trender inom produkt- och produktionsutveckling: ökad **virtualisering** och ökad **visualisering**.

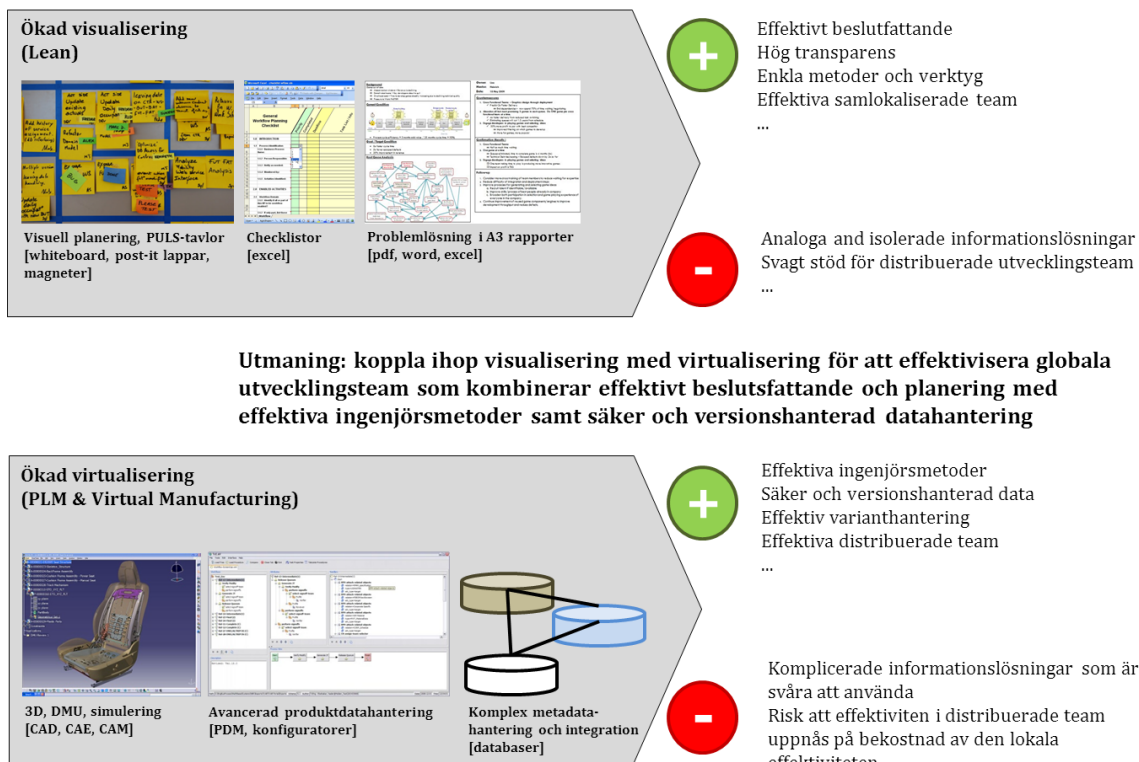
- Ökad **visualisering** kommer från det så kallade Lean-paradigmet och har medfört enkla och ofta analoga metoder och verktyg såsom *visuell planering* med whiteboards och post-its, *checklistor* och så kallad PDCA/A3 problemlösningsmetodik. Kravet på metodernas enkelhet är direkt kopplat till flexibilitet och effektivitet i samlokaliserade utvecklingsteam (Holmdal, 2010).
- Ökad **virtualisering** kommer från paradigmet bakom PLM och Systems Engineering och innebär hög struktur i processhanteringen för att säkerställa att utvecklingsteamerna agerar på rätt information i termer av version, variant, åtkomst och tillgänglighet (CIMdata, 2002; Stark, 2005). Detta har lett till en ökad komplexitet med en minskad flexibilitet i produktframtagningen (Bergsjö et al., 2009) men med möjlighet att stötta globala utvecklingsteam (Zimmerman, 2008).

Erfarenheter från implementation av ökad visualisering visar att visuell planering med vanliga whiteboards uppvisar en enkelhet som uppskattas av användarna och att själva mötet som äger rum vid whiteboarden bidrar till stor transparens och skapar effektivitet (Söderberg, 2012). Begränsningarna som har funnits av Lindlöf och Söderberg (2011) är:

- Svårigheten att stötta fysiskt distribuerade team eller tvärfunktionella arbetsformer som kräver inblandning av många olika funktioner som inte är samlokaliserade (t.ex. konstruktion och produktion från olika sidor eller olika byggnader).
- Svårighet att koppla samman (länka) information som hör ihop.
- Svårighet att få historisk data och versionshantering av de visuella tavlorna och objekten på dem.

Eftersom en verksamhet måste "hänga ihop" genom att informationsbitar kring planeringen och utvecklingen av en komponent måste vara sammanhängande med informationsbitar om komponenten själv (Jaafari och Manivong, 1998) kommer fysiska eller isolerade metoder och verktyg behöva ett interface mot den virtuella världen där en stor del av verksamhetens information ligger. <Parry och Turner (2006) beskriver i sin artikel fall från Airbus där den visuella verksamhetsstyrningen via tavlor hämtade sin information från ERP systemet och fall från Rolls Royce som vid sin implementation av visuell planering direkt fick en förfrågan från underleverantörer om att få delta i mötet från distans, något som löstes elektroniskt men inte helt tillfredsställande. I Airbus fall var informationen på väggen uppdaterad bara så ofta som en människa skrev ut och uppdaterade den. Hos Rolls Royce fanns inte ett bra metodik eller stöd för den uppkomna situationen varför de fick snickra ihop en själva.

I sin analys av fyra företag som implementerat visuell planering bekräftar Söderberg ovanstående problematik med slutsatsen att behovet att använda arbetssättet i fysiskt distribuerade team är stort men att bristerna i de mjukvaror som finns på marknaden idag gör att en whiteboard fortfarande är bästa lösningen på grund av sin enkelhet (Söderberg, 2012). Dessa brister bekräftas även i andra delar av litteraturen där Taxén och Lilliesköld (2008) har funnit att IT baserade planeringssystem är ofta statiska, komplexa och har höga trösklar för användandet och Wickström, Jensen et al. (2009) har kommit till slutsatsen att stort användande av digitala system leder till att mycket tid behöver läggas på administration och det administrativa systemet vilket leder till att virtuella metoder ofta leder till mindre kommunikation i projekten.



Figur 1: Fördelar och nackdelar med visualisering och virtualisering samt projektets utmaning

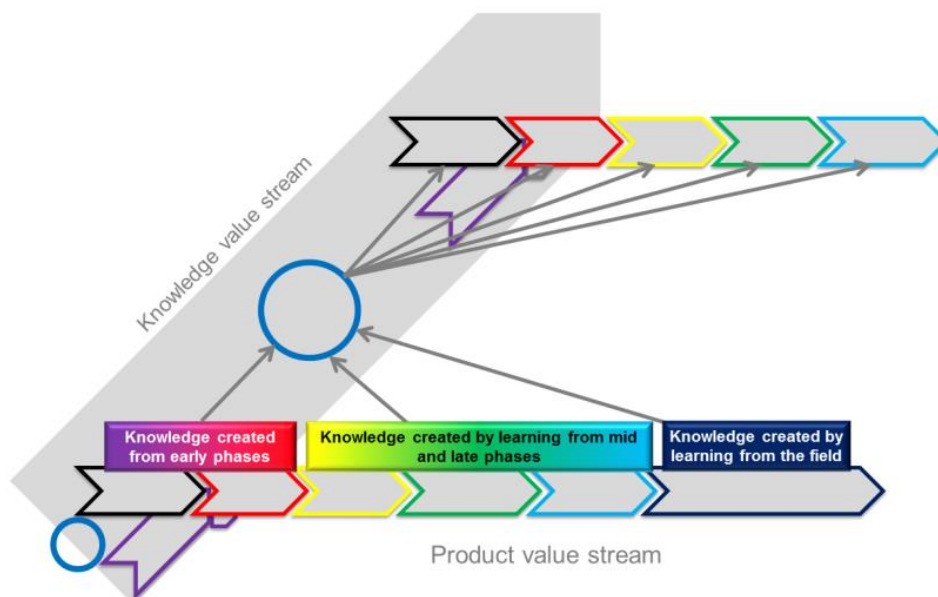
4 Syfte, frågeställningar och metod

4.1 Syfte

Syftet med Vis-IT var att ta fram digitala lösningar som gör det möjligt att jobba med visuella arbetssätt för planering och exekvering av kunskapsarbete samt kunskapshanteringen som sådan. Målbilden för projektet var att enkelheten, användarvänligheten, transparensen och användarupplevelsen skulle vara på samma nivå som dagens visuella metoder och lösningar eller bättre.

Från det industriella perspektivet är syftet att kunna:

1. Skala upp de visuella arbetssätten för planering, exekvering och kunskapshantering till globala team
2. Använda data som automatiskt skapas i det digitala systemet för att göra analyser kring planerad tid och verkligt utfall, omplaneringar, byten av ansvarig, inkomna och genomförda aktiviteter/leveranser osv i syfte att identifiera flaskhalsar i arbetsflödet i en grupp för att kunna sätta in tydliga förbättringsåtgärder.
3. Koppla ihop leveranser och aktiviteter mellan tavlor (t.ex. projekttavlor och linjetavlor) för att identifiera över/underbelagda resurser och balansera arbete.
4. Visualisera status och beroenden kring pågående aktiviteter eller leveranser för att undvika schemakrockar eller onödiga väntetider
5. Koppla ihop kunskapsprocessen med den operativa processen för kunskapsarbetet där kunskap återanvänds för att planera och där avvikelser vid exekveringen används som grund för skapandet av ny kunskap (se Figur 2).

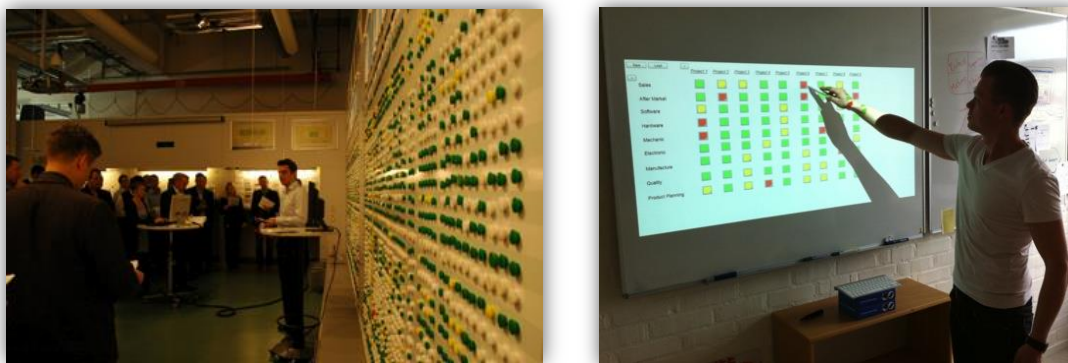


Figur 2 – Produktprocessen (där kunskapsarbete planeras och exekveras) och Kunskapsprocessen (där skapad kunskap fångas in och paketeras för återanvändning)

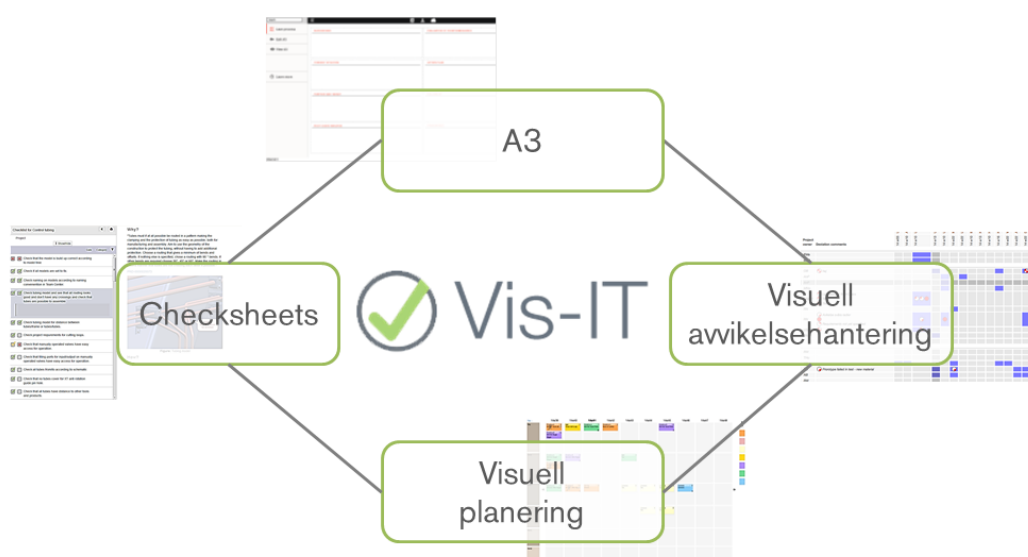
Det akademiska syftet med projektet var att utreda hur de två värdeflödena (produktvärdeflödet och kunskapsvärdeflödet) interagerar med varandra i en verksamhet i praktiken för att kunna föreskriva metoder och processer för hur man ska kunna få till ett samspel mellan dessa värdeflöden på ett enkelt och effektivt sätt. Modellen finns beskriven i Lean litteratur men det stora forskningsgapet har legat i att beskriva exakt hur man ska få samspelet mellan värdeflödena att fungera så att de "matar" varandra.

Målbilden för projektet var att utveckla och demonstrera metodik och lösningar för att digitalisera de visuella arbetssätten genom fyra distinkta och väl sammanhängande moduler (Figur 4):

- **Visuella synkroniseringstavlor (PULS)**
Puls används inom många Lean-inspirerade företag, t.ex. Toyota och Scania för att synkronisera projekt och planering på företagets olika nivåer (se Figur 3). Detta sker genom att flagga avvikelser i projekt och produktion mot de linjefunktioner som ansvarar för att åtgärda problemen.
- **Visuell planeringstavla**
Visuell planering används både inom produktutveckling (Lean PD) och inom mjukvaruutveckling (Scrum/Agile). Den visuella planeringstavlan visar uppgifter som behöver göras de närmaste dagarna, vem som ska göra dem och vilka uppgifter som är utförda. Projektgruppens planeringsmöte sker framför den visuella tavlan och det är då man fördelar och klarmarkerar arbetsuppgifter.
- **Checklistor och uppföljning**
När repetitiva, standardiserade och detaljerade uppgifter ska göras används inom företag som följer leanparadigmet ofta en checklista (fysisk eller i Excel). Metoden har använts länge inom flygbranschen (CAA, 2000; CAA, 2006) fått uppsving genom Lean-paradigmet då dess enkelhet och användbarhet har fått ett stort fokus. En checklista kan användas för att bygga kunskap eller säkerställa ett förfarande eller sekvens. T.ex. "saker att tänka på när du konstruerar en växellåda" eller "Inköp av komponent".
- **Lean Rapportering (A3 dokumentation)**
Kopplat till en avvikelse gör man en kort rapport som dokumenterar problemets ursprung, dess lösning och plan för förändringen. Denna rapport ska inte vara mer omfattande än att den får plats på ett A3 papper.



Figur 3: Illustrerar visionen med PULS som exempel, från fysiskt till digitalt: Till vänster: Fysiskt pulsmöte på Scania¹. Till höger: Prototyp för virtuellt pulsmöte på interaktiv projektor (Chalmers).

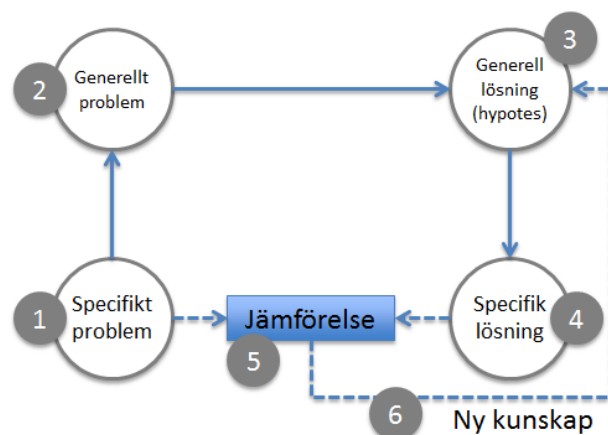


Figur 4: En sammanhållen verktygskedja som förenar Lean arbetssätt i ett digitalt och hanterbart IT-system

4.2 Metod

Projektet genomfördes enligt metodik som handlar om att synkronisera verksamhetsutveckling och teknologiutveckling. Verksamhetsutveckling handlar om att förstå verksamhetens nuvarande krav och flaskhalsar med de metoder som används. Med hjälp av tidigare kunskap (både hos forskarna och i litteraturen) abstraheras detta upp till en nivå där en lösning på behoven i det observerade fallet generaliseras till mer generella industriella behov. Tack vare det breda konsortiet kunde denna generalisering göras genom att validera att ett specifikt problem inte är specifikt för företaget ifråga. Efter det formuleras en hypotes om vad som skulle kunna vara lösningen på behovet och hypotesen testas genom att ta fram ett "vertikalt snitt" av teknologin som användarna kan använda skarpt och ny kunskap kan byggas kring både det generella problemet och den generella lösningen (se Figur 5).

¹ Hasse Johansson "R&D Factory" Presenterad på Norddesign 2010.

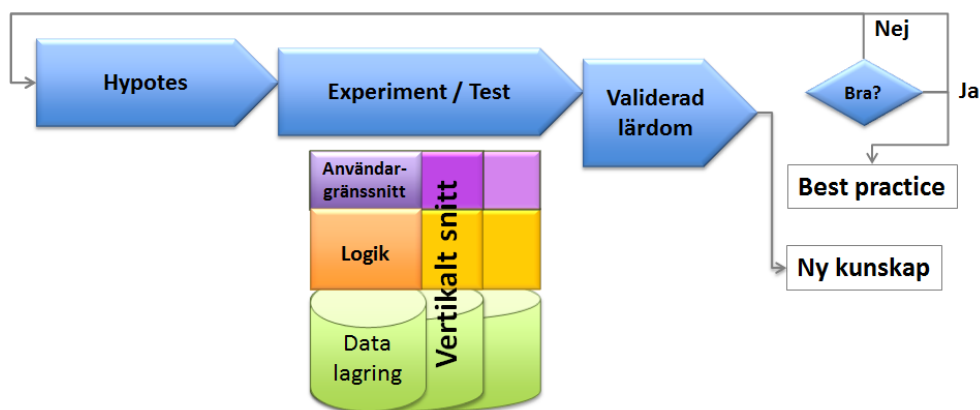


Figur 5 – det logiska flödet vid formuleringen av hypoteser baserade på specifika verksamhetsproblem

I Vis-ITs fall handlar ett så kallat "vertikalt snitt" i teknologiutvecklingen om att ta fram en sammanhållen teknisk funktion som har både ett användargränssnitt, logik för datahanteringen samt struktur för datalagringen (se Figur 6). Denna metodik kombineras med scrum där varje vertikalt snitt utvecklas och implementeras i en eller ett fåtal sprintar (beroende på komplexitet) i syfte att snabbt få fram prototyper som användarna kan utvärdera omgående.

Detta generella arbetssätt applicerades för alla de fyra huvudmetoderna som ingått i projektet. Detta var också anledningen till att ett av arbetspaketet (Lean rapportering/A3) inte lyckades uppfylla sitt mål eftersom användningen av metoden var omogen och inga generella problemställningar kunde identifieras med tillräcklig skärpa för att kunna formulera hypoteser för att implementera mer än ett vertikalt snitt i en prototyp.

Det operativa arbetet i projektet drevs enligt föregående metod medan projektledningen och avstämningen gjordes med kvartalsvisa studiebesök (oftast ute hos de olika deltagande företagen). Där visades de olika prototyperna upp och erfarenhetsutbyte ägde rum rörande vad man lärt sig från de arbetspaket man själv varit involverad i.



Figur 6 – Vertikala snitt kombinerade med det hypotesprövande arbetssättet från Figur 5

5 Mål

Målbilden för projektet är att utveckla och demonstrera metodik och lösningar för att digitalisera de visuella arbetssätten genom fyra distinkta och väl sammanhängande moduler (i Figur 4):

Arbetspaket 1: Visuellt Planering och PULS

Mål: Ta fram metoder för att möjliggöra arbete med Visuellt Planering och Puls inom globala företag som ger samma eller bättre användarupplevelse som dess fysiska förlaga. Metoden ska demonstreras och utvärderas i en IT demonstrator för Puls och Visuellt Planering.

Arbetspaket 2: Digitala Checklistor

Mål: Påvisa möjligheterna med att arbeta med digitala processer och metodbeskrivningar på checklistenivå. Ett mål är också att utvärdera digitala checklistor för att samla erfarenheter inom utvecklings och produktionsprocesser.

Arbetspaket 3: Lean rapportering/A3

Mål: Ta fram ett digitalt system för enkel rapportering. T.ex. kvalitetsdokument från produktion eller guidelines för produktutveckling. Det ska också vara möjligt att koppla dessa rapporter till de övriga modulerna i projektet t.ex. de för checklistor eller visuell planering.

Arbetspaket 4: Demonstrator

Mål: En sammanhållen demonstrator som knyter ihop AP1-3 på ett enkelt och användarvänligt sätt.

Arbetspaket 5: Projektledning

Mål: Öka intresset och visa/demonstrera fördelarna och vinsterna med för visuell och virtuell produkt- och produktionsutveckling inom såväl som utanför konsortiet.

Projektets effektmål:

Projektförslagets huvudmål (att reducera förluster i beslutsfattande, planering och informationshantering inom produkt- och produktionsutveckling) kan sammanfattas i följande effektmål vilka projektet ämnar demonstrera praktiskt genom prototyper:

- Ökad visualisering av process och produktinformation, vilket förväntas leda till högre produkt- och processkvalitet, eftersom medarbetare görs uppmärksamma på problem och avvikelser.
- Höjd tillförlitlighet på visuell information på väggar och tavlor. Detta möjliggörs genom kopplingar till de virtuella systemen som idag hanterar produktinformation och kvalitetsdata. Detta leder till färre omtag och kortare utvecklingstid.
- Integrerade arbetssätt som både nyttiggör virtuell och visuell information. Genom att kunna arbeta med både visuell och virtuell information krävs mindre administrativt arbete, för att underhålla separata utvecklingssystem (virtuellt eller visuellt).

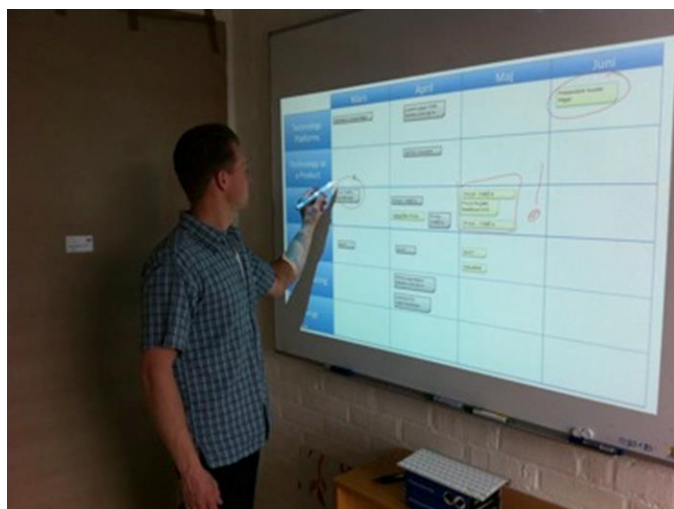
6 Resultat och måluppfyllelse

6.1 Arbetspaket 1: Visuell planering och PULS

Visuell planering och PULS är de metoder som fått störst genomslagskraft i svensk industri i de lean transformationer som har ägt rum. Det i sig är inte så underligt eftersom metoderna har stor effekt på att göra en verksamhet transparent och synliggöra flaskhalsar i olika former av kunskapsarbete samt även synliggöra beroenden mellan leveranser och aktiviteter. Detta har också inneburit att projektet Vis-IT har kunnat göra störst framsteg inom detta område både metodmässigt och tekniskt.

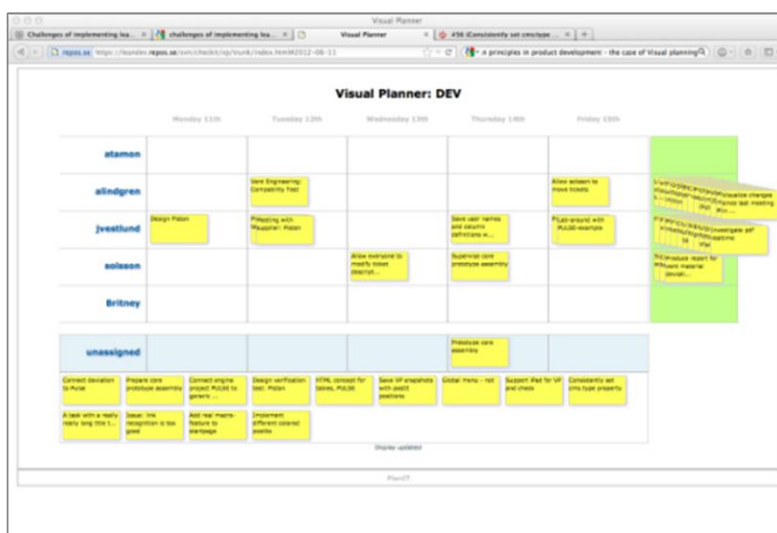
I projektets inledande faser byggdes de "vertikala snitten" (se metodkapitlet) utifrån hypotesen att den digitala tavlan i så stor grad som möjligt behöver efterlikna dess fysiska förlaga. Första hypotesen handlade om att använda ett kommersiellt verktyg som kunde leverera just detta med tillägget att stödja multi-site läsning, presentation och editering. I projektet studerades olika lösningar såsom:

- Powerpoint (kompletterad med funktionalitet från Sharepoint) (Volvo)
- Excel (kompletterad med funktionalitet från Sharepoint) (Toyota)
- iObeya (Volvo)



Figur 7 – Powerpoint-baserad prototyp

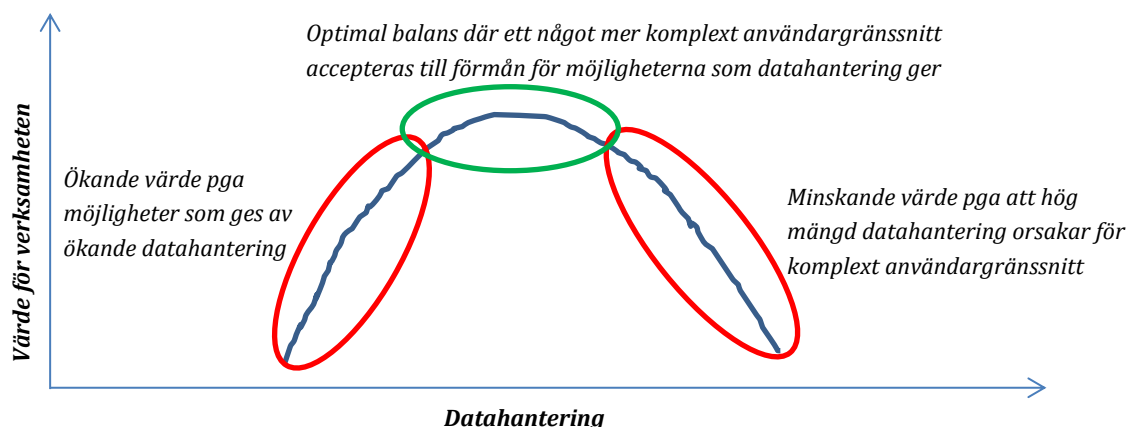
Denna hypotes förkastades ganska snart då användarna visade tydliga önskemål om funktionalitet som krävde en mer avancerad och förfinad form av datahantering och de efterföljande hypoteserna fokuserade på hur denna datahantering ska utformas. Därmed fokuserades logiken i både användargränssnittet och i datahanteringslagret på att hantera data såsom objektets position, färg, datum för skapande och ändring.



Figur 8 – Tidig prototyp som kombinerar visuellt gränssnitt med datahantering

Denna data var sådan som automatiskt skapades av systemet och belastade inte användarna på något sätt. Efter några vertikala snitt för att inkorporera dessa hypoteser stod det klart att riktningen mot mer datahantering var rätt men att denna data inte räckte till för att uppfylla de förväntningar som användarna har på en digital tavla (i förhållande till den analoga förlagan).

Ytterligare hypoteser var tvungna att testas framför allt rörande hur mycket mer datahantering som kan införas utan att komma över den optimala punkten (illustrerad nedan). Vi var medvetna om denna fråga framför allt de Excelbaserade prototyperna vi studerade som visade att datahantering inför en trade-off mellan värdet i att fånga in olika typer av data (för att kunna skapa anpassade vyer och filtrera information baserat på användarbehov) och värdet i att ha en digital lösning som är enkel att använda.



Figur 9 – Avvägning mellan datahantering och värde för verksamheten

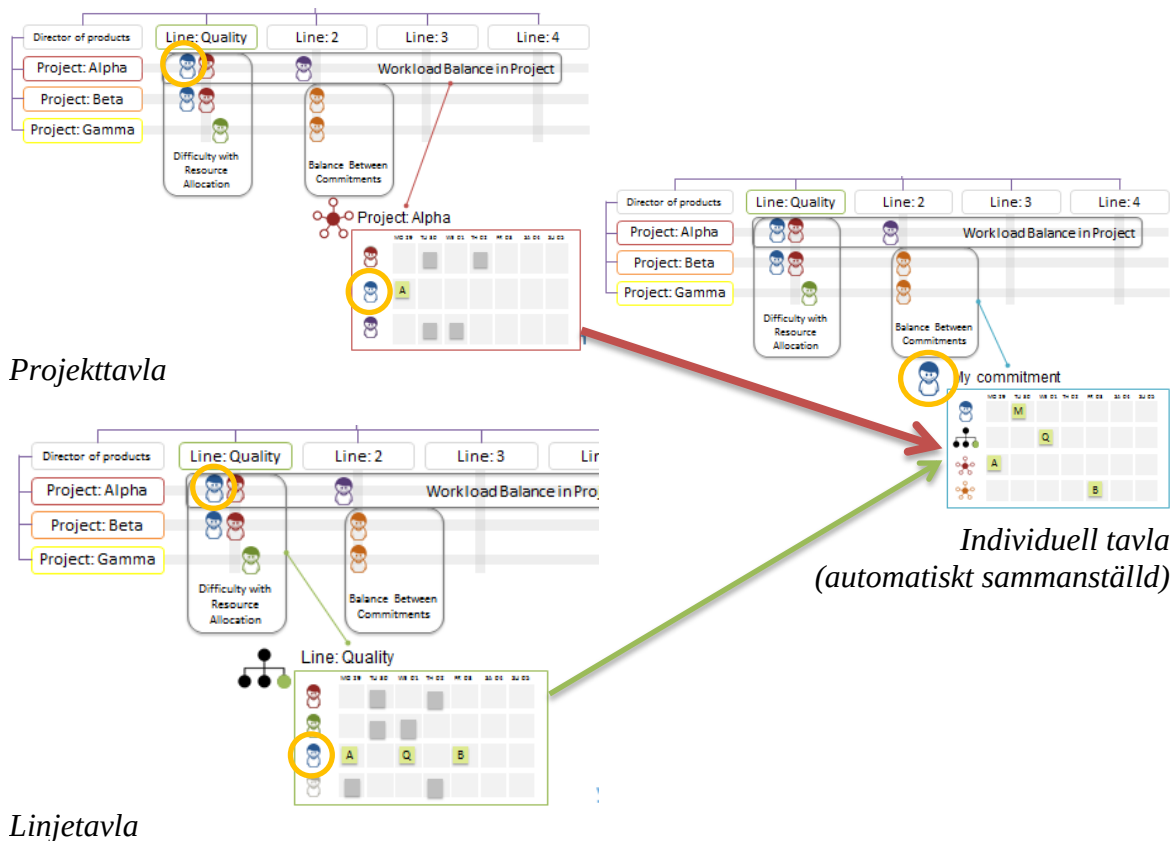
Efter detta började nya hypoteser att tas fram och testas genom implementationer i vertikala snitt i riktning mot ökad datahantering men där användarupplevelsen hela tiden var i fokus samt en diskussion kring det ökade värdet för verksamheten i att lägga till inmatningen eller hanteringen av en viss data. Denna riktning nådde till slut sin kulmen och projektet kunde presentera en digital lösning som var på eller ganska nära den optimala punkten.



Figur 10 – Färdig produkt med optimal balans mellan datahantering och flexibilitet

Denna prototyp visades upp på både akademiska och industrikonferenser och visade sig ha en kommersiell gångbarhet varför ett antal företag utanför Vis-IT konsortiet valde att köpa produkten från Repos och börja använda den i sina verksamheter vilket genererade ännu mer data och empiri till Vis-IT baserat på andra verksamheter såsom telekom (Ascom), försäljning (Rejmes) och processindustri (Emerson).

Efter att lyckosamt ha verifierat ett stort antal hypoteser rörande datahantering och adderat värde utifrån perspektivet av enskilda isolerade tavlor kom projektet in i en ny fas som hade stor bäring på den ursprungliga visionen för Vis-IT projektet och det var frågor kring att integrera flera tavlor som förekommer i matrisorganisationer, d.v.s. tavlor för projektplanering och linjeplanering (se Figur 11). Detta innebar en väsentligt ökad komplexitet för datahanteringen och projektet behövde formulera och validera ett antal hypoteser kring hur denna komplexitet skulle realiseras utan att slå igenom mer än nödvändigt i användargränssnittet.



Figur 11 – automatisk sammanställning (möjliggjord av datahanteringsfunktionaliteten) av åtaganden för en individ som har aktiviteter/leveranser i både projekt och i sin linjefunktion

Slutsatsen blev att det behövdes en fundamental ändring i både datalagringen, logiken och gränssnittet där alla planeringstavlor och användare lagras i samma databas och den datan "skärs" i olika dimensioner för att filtreras och presenteras på olika vis beroende på om den ska visas på en projekttavla, linjetavla eller individuell tavla (där individen får en sammanställning över alla sina åtaganden i de projekt/linjeaktiviteter som hen är inblandad i).

Den fråga som är kvar och som projektet inte hinner svara på men är relevant för framtiden handlar om prestanda: hur många tavlor kan man ha gående mot samma databas innan man får problem med att tiden att ladda och editera tavlan upplevs som störande? Och hur kan den flaskhalsen lösas?

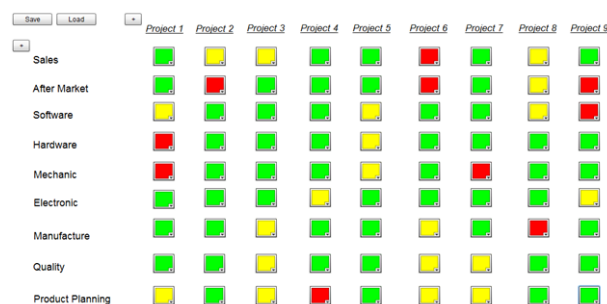
I projektets slutfas då förutom Autoliv även de andra industriella parterna hade på allvar börjat komma igång med digital visuell planering som metod dök en annan distinktion upp som har stor bäring på digitaliseringen som sådan. Frågan handlade om hur standardiserad eller flexibel den digitala lösningen ska vara. Effekten av detta på själva digitaliseringen handlar om tekniska möjligheter till anpassningar och ändringar i enskilda tavlor (i linjefunktioner eller projekt). Exempel på sådant som präglar en hög nivå av standardisering är att:

- Rader och kolumner har samma innebörd oavsett i vilken linjefunktion eller projekt tavlan används
- Färgen på lappar som används har samma innebörd (t.ex. gul lapp = aktivitet, blå lapp = leverans, orange lapp = milstolpe osv)
- Innebörden av lappar är jämförbar, t.ex. att en gul lapp betyder en aktivitet som kan ta upp till 8 timmar och om den är större bör den delas upp i flera aktiviteter (i syfte att uppnå metodens effekter av hög transparens och möjlighet till ombalansering)
- Aktiviteter får två tidsstämplar uppskrivna (planerad och utfall)

En hög grad av standardisering tillåter också en hög grad av datahantering då det går att bygga databasfält för olika typer av data som är förknippad med metoden. Detta i sin tur ger också möjlighet att göra analyser av sin verksamhet med datan. Det skapar också möjligheter att skapa vyer i mjukvaran där det går att presentera bara viss data i gränssnittet (t.ex. "bara milstolpar" eller "bara en användares lappar" etc). Det finns en branschstandard som har tagits fram av konsultföretaget JMAC och baseras starkt på Toyotas metod som kallas Knowledge Innovation/Visible Planning. Enligt generell kvalitetsfilosofi är en standard dessutom grunden för kontinuerliga förbättringar (i det här fallet förbättringar av själva planeringsmetoden som sådan).

Det som står i motsats till standardisering är flexibilitet, dvs att det enda kravet är att man "planerar visuellt" och i ett stående möte men att det utöver det inte finns fler krav på hur metoden ska utformas. Effekten av detta på det digitala verktyget är att det inte går att bygga så mycket datahantering eftersom det inte går att tolka den data som genereras av användarna. Fördelen med flexibilitet är att en linjefunktion eller ett projekt har möjlighet att utforma sin planering precis som de vill. Nackdelen är att man förlorar på att mötesdeltagare måste minnas logiken i varje enskild planeringstavla som de är med i (i synnerhet om man är med i flera projekt). Förutom detta förloras möjligheter till att förse individerna med deras individuella tavlor som sammanställer de åtaganden som de gjort i flera projekt. Dessutom förloras möjligheter att förbättra planering som en aktivitet i sig eftersom det saknas en metod att förbättra.

Kunskapen om PULS metoden hade en liknande resa som för visuell planering. I början av projektet handlade hypoteserna om att efterlikna den analoga metoden och fokus lades på att hantera objekt med position och färg (se Figur 11). Ett vertikalt snitt för denna hypotes utformades och utforskades tidigt där en av delhypoteserna handlade om att försöka digitalisera en analog tavla med hjälp av bildbehandlingsteknologi för att i möjligaste mån försöka behålla användarna i den analoga metoden även i ett geografiskt distribuerat PULS möte.



Figur 12 – Tidig PULS prototyp med datahantering rörande färg och position

Under utvärderingen av den föregående hypotesen lärde vi oss att PULS metoden och mötet inte handlar om hålla koll färgade meagneter utan är i grunden ett visuellt sätt att hantera avvikelser eller störningar. Mötet var sättet att kommunicera avvikelserna och göra uppföljning arbetet med att lösa pågående avvikelser. Detta formulerades som en ny hypotes och testades i ett vertikalt snitt med positivt resultat. Slutsaten blev att datahanteringen i PULS kunde lösas med ett vanligt ärendehanteringssystem som



Figur 12 – Analog/digital hybrid prototyp baserad på bildbehandling

visualiserades i ett grafiskt interface byggt efter den analoga PULS metodiken (med projekt i raderna och linjefunktioner i kolumnerna) samt med ett trafikljusystem på status och möjlighet att visa utvalda fält vid sidan om rutnätet (t.ex. kommentarer eller summering av vidtagna åtgärder). Denna kunskap omsattes i en skarp pilot som gick direkt in på produktionsbandet (för att hantera störningar) på Dentsply och sedan spred sig till hela produktionsystemet och används operativt fortfarande.

En hel del kunskap byggdes även rörande avvikelshantering som sådan där en avvikelse genomgår en livscykel från identifiering till problemlösning och som, förutom att lösa det uppkomna problemet, i vissa fall även kan leda till ny kunskap som kan användas i syfte att kontinuerligt förbättra verksamheten.

I övrigt är slutsatserna från PULS rörande graden av standardisering samt avvägningen mellan användarvänlighet och datainsamling i linje med slutsatserna från visuell planering.

6.1.1 Måluppfyllelse

För detta arbetspaket har målet överträffats då de medverkande företagens (framför allt Autoliv, Dentsply och Toyota) intresse kring dessa metoder var högt och engagemanget starkt i att få fram metodik och lösningar. Förutom att ha tagit fram metodik demonstrerats och utvärderats har projektet lagt en grund för en kommersiell spin-off i form av företaget Yolean AB som kommer att ta över resultaten och förvalta dem kommersiellt i syfte att säkra att lösningarna kan fortsätta användas och stöttas hos de medverkande företagen. Utöver detta har flera andra svenska produktutvecklande företag visat intresse och är i startgroparna att implementera de framtagna lösningarna i sina egna organisationer för att hjälpa dem planera och hantera avvikelser i globala organisationsstrukturer.

6.2 Arbetspaket 2: Checklistor/checksheets

I början av projektet var vår huvudsakliga hypotes att fånga in ingenjörskunskap i ett checklisteformat. Detta baserades på det industriella behovet att fånga in kunskap på ett återanvändarvänligt sätt då man har sett alltför många initiativ rörande kunskapshantering som slutat med kunskap beskriven i långa dokument eller "handböcker" som varit svåra att återanvända i utvecklingsarbetet. Hypotesen kring att använda checklistor kommer från att metoden har beskrivits som en viktig kunskapsbärare på Toyota (samt även i andra sammanhang såsom flyg och medicin (Gawande, 2009)). Dessutom ligger metodens enkelhet och utformning väl i linje med projektets fokus då den gör framför allt kunskapsåteranvändning visuellt synlig. Det första vertikala snittet i samband med denna hypotes var ett visuellt verktyg av "inköpsliste-natur". I syfte att kunna identifiera kunskap som ska fångas in togs även en enkel metod för detta fram (Catic och Malmqvist, 2013).

Checklist: Cool List (TRL level 1 Checklist)

Welcome Dag! Logout

Dashboard

Checklist Rules

1. "Back of envelope" environment. Not Set Yes Constrained Yes No Not Applicable

2. Physical laws and assumptions used in new technologies defined Not Set Yes Constrained Yes No Not Applicable Rule Text Buttons to collapse/expand discussions and rule description

3. Have some concept in mind that may be realizable in software Not Set Yes Constrained Yes No Not Applicable Discussion panel

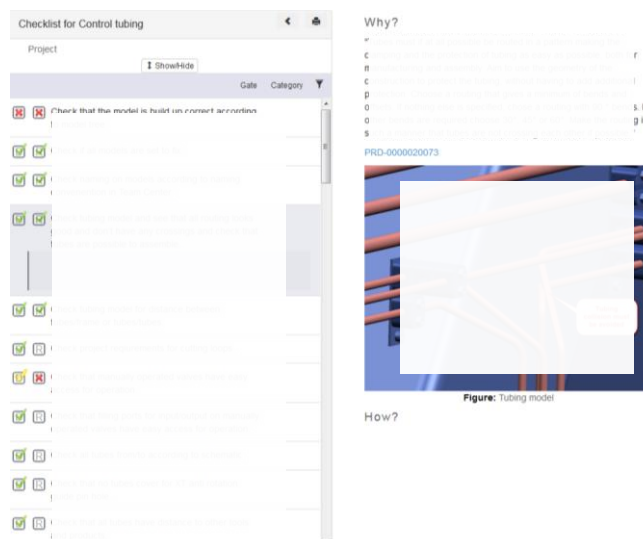
Dag Henric
02 May 11 10:41
Hi everyone, here we have chat message
Send

4. Know what software needs to do in general terms Not Set Yes Constrained Yes No Not Applicable Rule Description

5. Paper studies confirm basic principles Not Set Yes Constrained Yes No Not Applicable Rule Description

Figur 13 – Tidig prototyp (checklista)

Efter en första utvärdering av ett vertikalt snitt drog vi slutsatsen att medan metoden som sådan uppfyller syftena om visualisering och enkelhet på ett bra sätt men att dess utformning också innebär en begränsning då ingenjörskunskap lätt blir komplex och svår att representera med detta enkla format. En närmare undersökning visade att medan checklistornas styrka ligger i att tala om vad som är viktigt att tänka på



Figur 14 – Färdig produkt (checksheet), innehåll utgråat p.g.a. konfidentialitet

eller göra under utvecklingsarbetet (know-what) saknar den förmågan att beskriva varför och hur på ett tillräckligt bra sätt (know-why och know-how).

I nästa iteration togs ett nytt vertikalt snitt fram som bygger på en integration av checklistornas enkelhet och visualitet med klassiska handböcker och dokumenters förmåga att beskriva mer komplexa fenomen med brödtext och bilder. I en diskussion med framför allt Durward Sobek i referensgruppen valde vi att kalla resultatet för engineering checksheets. Durward (som har jobbat som konstruktör på Toyota) fann stora likheter mellan detta och det som kallas för engineering checksheets (och som inom Lean litteratur felaktigt tolkats om till "checklists").

Hypotesen testades på framför allt Volvo och blev såpass väl mottagen och accepterad att den inkluderades i Volvos strategi för kunskapshantering på grund av sin förmåga att både beskriva återanvändningsbar kunskap men också visualisera själva återanvändningen.

6.2.1 Måluppfyllelse

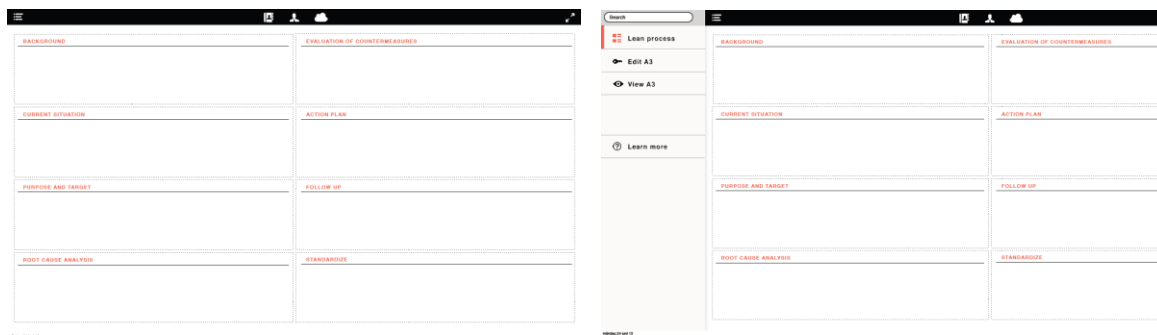
Detta arbetspaket har också överträffat sin målsättning eftersom intresset från framför allt Volvo men också Toyota var stort. Detta ledde till att metoden utvecklades från den initiala metoden (checklistor) till en variant som kombinerar checklistornas effektivitet med konstruktionsböckernas förmåga att beskriva och illustrera kunskap i form av konstruktionsriktlinjer och standarder. Den framtagna metoden heter checksheets och har börjat rullas ut på bred front inom Volvo som en central del av kunskapshandlingsstrategin inom produktutveckling. Den prototyp för checksheets som togs fram i samband med Vis-IT har också fått kommersiell spridning genom Yolean AB och har i dagsläget två betalande kunder som använder den och finansierar vidareutvecklingen.

6.3 Arbetspaket 3: Lean rapportering/A3

En prototyp togs fram baserat på Volvos problemlösnings A3 metodik men kunde inte utvärderas skarpt med användare på samma sätt som de andra metoderna. Den kunskap vi ändå byggde rörande denna metodik är att den hänger ihop med avvikelser och att den stora flaskhalsen för dess användning inte ligger i något som digitalisering kan lösa utan i framför allt i användarnas vana och utbildning.

6.3.1 Måluppfyllelse

Måluppfyllnaden inom detta arbetspaket var inte lika stark som de föregående två. Detta är mest på grund av en alltför omogen och spretig användning av A3 metodik för problemlösning och rapportering. Tydliga krav har inte kunnat omsättas till mer än en enkel prototyp på mjukvarusidan som inte kunde utvärderas i skarp användning på grund av otydligt ägarskap av metodiken på framför allt Volvo. Mognaden i metodiken har ökat väsentligt senaste halvåret men projektresurserna har behövts inom de andra arbetspaketen och därför har detta arbetspaket inte kunnat prioriteras.



Figur 14 – A3 prototyp

6.4 Arbetspaket 4: Demonstrator

Detta arbetspaket avsåg framtagningen av en sammanhållen demonstrator som integrerar resultaten från de andra arbetspaketen i en svit av prototyper var syfte är att demonstrera metod och verktygsstöd till "kunskapsprocessen" där större avvikelser (PULS) löses med A3:or i syfte att lösa problemet samt definierar vad man lärt sig och fångar samt tillgängliggör den kunskapen genom checklistor som används vid planering av nya projekt (visuellt) för att undvika eller förebygga kända problem. Även om mognaden på tre (av de tilltänkta fyra delarna) i denna svit har nått en relativt hög mognad har en sammanhållande demonstrator inte kunnat genomföras mest på grund av avsaknaden av krav och use case från de medverkande företagen. Detta i sin tur beror på att de olika företagen fokuserat på delar av denna process (antingen checklistor (Volvo, Toyota) eller planering (Autoliv) eller avvikelshantering (Dentsply)).

6.5 Arbetspaket 5: Projektledning och resultatspridning

Måluppfyllnaden i detta arbetspaket har varit över förväntan. Planen var att sprida resultaten genom sedvanliga kanaler såsom forskarkonferenser, publikationer (se kapitel 7.2) samt genom en hemsida, vilket också gjorts planerligt. Dock har projektet även blivit uppmärksammat i industriella kretsar och vi har blivit inbjudna att hålla presentationer om projektet på flera företagskonferenser samt utbildningar

- Lean in the digital Day (Seminarium organiserat av organisationen Plan), Stockholm, 2015
- PLM dialog (PLM konferens, organiserad av företaget Maxiom), Göteborg 2012
- Lean in education, konferens för industri och akademi ordnad av Plan, Södertälje (Scania) 2015
- Yolean certification, utbildningsdag anordnad av Yolean AB, 2015
- Högskolan i Kongsberg (gästföreläsning i kursen Knowledge-Based Development), Kongsberg, Norge 2014 + 2015
- Kongsberg Systems Engineering Event (KSEE) konferens anordnad av Högskolan i Kongsberg för industrin, Kongsberg, Norge, 2015
- Knowledge-Based Development 2014, konferens anordnad av Norsk Industri, Kongsberg, Norge, 2014
- Gästföreläsningar i kursen "Product Lifecycle Management" i Chalmers, Göteborg (2012, 2013, 2014, 2015)

Utöver detta har ett antal studiebesök på följande företag gjorts:

- Emerson
- Ascom
- Kongsberg Automotive (både i Kongsberg och i Mollsjö)
- FMC technologies (Kongsberg, Norge)
- Volvo Cars
- Scania

6.6 Effektmål

De arbetspaket där måluppfyllelsen varit över förväntan har gjort att även projektets effektmål kunnat uppfyllas det vill säga:

1. De framtagna lösningarna kan visualisera produkt och processinformation som hittills antingen varit dold eller hanterats analogt. Visuellt planering och PULS fokuserar på processinformation (plan, avvikelse) och checksheets fokuserar på produktkunskap som inte dokumenteras alls eller dokumenteras i viss mån men på ett sätt som gör det svårt att återanvända kunskapen.
2. De framtagna prototyperna har en databas (och inte filbaserad datahantering) vilket gör att datan hanteras på ett tillförlitligt sätt och att man kan använda sig av effektiva planeringsmetoder (t.ex. "skarp kö" för prototypstillverkning) och man kan omedelbart upptäcka schemakrockar långt i förväg när det finns möjlighet att korrigera planer utan kostsamma konsekvenser (t.ex. vid planering av testaktiviteter i projektportfölj)
3. Möjligheten att integrera mot andra system där virtuell data hanteras (såsom arbetsnedbrytningsfunktioner kopplade till virtuella artiklar i PLM system eller liknande).

6.7 Bidrag till FFI mål

Vis-ITs bidrag till FFIs programmets mål kan summeras enligt följande:

- De framtagna verktygen och metoderna samt utbildningspaketen som förvaltas vidare genom Yolean AB möjliggör handlar i grund och botten om metodik för att bedriva kunskapsbaserad produktion i Sverige då de ger stöd både för att exekvera effektiva projekt samt fånga in kunskapen från exekveringen **på ett återanvändarvänligt sätt**. I och med detta ökar även fordonsindustrins konkurrentkraft. Hela syftet med projektets metod var att ta fram lösningar som är industriellt relevanta och används redan skarpt hos de deltagande företagen samt håller på och införs skarpt i andra svenska företag tillsammans med Yolean AB
- Mjukvarorna och metoderna i sig säkrar att företag kan exekvera och lära sig från sin egen verksamhet. Utbildningspaketen som erbjuds av Yolean säkrar också att kompetensen kring dessa metoder kan utvecklas på företag som inte har dem alls.
- Genom att göra utvecklingsverksamhet mer effektiv säkras också denna typ av anställningar
- Vis-IT har stöttat konkreta förbättringsåtgärder vad gäller metoder men också hjälpt till att beskriva existerande teknisk kunskap (t.ex. på Hyttutveckling på Volvo) i samband med utvecklingen och implementeringen av checksheet-metodiken. Liknande åtgärder har gjorts på andra ställen på Volvo samt på Toyota.
- Under projektets gång har Vis-IT konsortiet kommit i kontakt med flera andra företag (via konferenser och andra kunskapsspridningsevent) som har velat implementera de digitala metoderna och lösningarna. Detta var också anledningen till att spin-off företaget Yolean AB formades för att kunna ta hand om dessa förfrågningar. I dagsläget har Yolean redan spridit resultaten med goda erfarenheter till följande sektorer och företag:
 - Telekom (Ascom)
 - Process (Emerson, Stora Enso, FMC)
 - Bygg (NCC, PEAB)
 - Försvar (SAAB Electronic Defense Systems)
 - Flyg (Boeing)
 - Tillverkningsindustri (Husqvarna, Alfa Laval, APT Tools)
 - Medicinteknik (Dentsply)
 - Sjukvård (Södra Älvsborgs Sjukhus)
 - Offentlig sektor (VGR IT, Stockholm Vatten)
 - Försäljning (Rejmes, Skobes)
 - Konsulting (Alten)

där vissa har tagit del av utbildningspaketen och andra implementerat både metodik och mjukvara från Vis-IT.

7 Spridning och publicering

7.1 Kunskaps- och resultatspridning

Generellt sett kan man säga att den stora drivkraften som kan påskynda spridningen av projektresultaten är globaliseringen som dels sätter krav på effektiviseringar genom ökad konkurrens dels skapar möjligheter till nya marknader som driver geografiskt distribuerade team. Stora delar av den svenska industrin genomgår så kallade "lean transformationer" där kontinuerlig förbättring utgör kärnan och där den portfölj av metoder och tekniska lösningar som Vis-IT utvecklat passar väl in. För att möjliggöra spridningen av dessa har spin-off företaget Yolean bildats som kommersiellt erbjuder både de tekniska lösningarna samt utbildar i de underliggande metoderna.

Hur har/planeras projektresultatet att användas och spridas?	Markera med X	Kommentar
Öka kunskapen inom området	x	Se kapitel 6.5 Även hemsidan www.projectvisit.org har använts i syftet att sprida resultaten
Föras vidare till andra avancerade tekniska utvecklingsprojekt	x	Vis-IT har redan "lämnat över" till interna förbättringsprojekt som sörjer för en vidare implementation av resultaten.
Föras vidare till produktutvecklingsprojekt		
Introduceras på marknaden	x	Genom spin-off företaget Yolean. För initierade samarbeten (utöver Vis-IT konsortiet) se sista punkten under kapitel 6.7
Användas i utredningar/regelverk/tillståndsärenden/ politiska beslut		

7.2 Publikationer

7.2.1 Artiklar

- Stenholm, D. ; Mathiesen, H. ; Bergsjö, D. (2015) "Knowledge Based Development in Automotive Industry guided by Lean Enablers for System Engineering". *Procedia Computer Science* - Elsevier, vol. 44 pp. 244-253.
- Stenholm, D., Rossi, M., Bergsjö, D. och Terzi, S. (2015) *Knowledge Management Tools and Techniques: Extent of Use in Organizations and Support for Modularization*. *Proceedings of the 20th International Conference on Engineering Design (2220-4334)*. Vol. 10 (2015), 80, p. 293-304.
- Kaya, O., Stenholm, D., Catic, A. och Bergsjö, D. (2014) *Towards global deviation management in product development using pulse methodology: A case study*. *Procedia Computer Science* (1877-0509). Vol. 28 (2014), p. 265-274.
- Stenholm, D., Landahl, J. och Bergsjö, D. (2014) *Knowledge Management Life Cycle: An Individual's Perspective*. DS 77: *Proceedings of the DESIGN 2014 13th International Design Conference* (1847-9073). p. 1905-1914. (2014)
- Kaya, O., Catic, A. och Bergsjö, D. (2014) *Exploring the possibilities of using image recognition technology to create a hybrid lean system for pulse methodology*. *Procedia Computer Science* (1877-0509). Vol. 28 (2014), p. 275-284.
- Kaya, O., Catic, A. och Bergsjö, D. (2014) *Global Project Management Using Digital Pulse Methodology*. *International Association for Management of Technology* (2014)
- Catic, A., Malmqvist, J., (2013). *Effective method for creating engineering checklists*. *Journal of engineering design* (0954-4828). Vol. 24 (2013), 6, p. 453-475

7.2.2 Examensarbeten

- Li, D. ; Samuelsson, J. (2015). Improve reuse of engineering knowledge. Göteborg: Chalmers University of Technology.
- Bertilsson, J. och Wentzell, G. (2015) *Visual Planning – Coordination and Collaboration of Multi-site Teams in Product Development Organisations*. Göteborg : Chalmers University of Technology
- Landahl, J. (2013). Lean Knowledge Reuse - Analysis of Knowledge Reuse Patterns in Product Development. Göteborg: Chalmers University of Technology
- Duell, A. och Stenholm, D. (2013) *Developing digital aids for managing product development - Investigation on how to highlight deviations in product development with a multisite perspective*. Göteborg : Chalmers University of Technology
- Kaya, O. (2012). Development of an Electronic Lean Planning System for Product Development (PULS). Göteborg: Chalmers University of Technology.

7.2.3 Avhandlingar

- Kaya, O. (2015) *Lean Visual Management of Deviations in Product Development and Production - Coining Physical, Digital, and Hybrid Pulse Methodology*. Licentiatavhandling. Göteborg : Chalmers University of Technology

8 Slutsatser och fortsatt forskning

Den breda acceptansen av de tekniska lösningar som har tagits fram inom projektet Vis-IT är ett kvitto på både metodernas och de tekniska lösningarnas validitet från ett användarperspektiv. Slutsatsen är att projektet lyckats med att integrera de fördelar som digitalisering medför utan att förlora metodernas inneboende enkelhet och visualitet. Under denna resa har en stor kunskap byggts om metoderna som sådana och vad som gör dem effektiva. En kunskap som har fångats in och delats både inom konsortiet men också genom akademiska publikationer och industriella konferenser.

Det är tydligt att fortsättningen för detta område handlar om integrationen mellan de fyra huvudmetoderna i syfte att kunna stötta ett komplett och integrerat kunskaps och förbättringsflöde från planering > avvikelse > problemlösning > ny kunskap > planering (i nytt projekt). Att kunna realisera denna kedja är intressant då fler och fler företag inser att detta är ett praktiskt sätt att "binda ihop" de två värdeflödena (product value stream och knowledge value stream) och uppnå essensen av kontinuerlig förbättring.

9 Deltagande parter och kontaktpersoner

TOYOTA

TOYOTA MATERIAL HANDLING EUROPE:

Vis-IT har varit ett inspirerande projekt att delta i. Den grundläggande frågeställningen, om det går att kombinera effektiva lean-metoder med digitala stöd, kändes aktuell redan från början. Vi gick med i projektet för att undersöka möjligheten att förbättra vår kunskapsåteranvändning. Inom det området har vi byggt på vår förståelse och också fått idéer om hur framtiden kan se ut. En annan stor behållning i projektet är att se en tydlig bild hur visuella styrmetoder, som exempelvis PULS och daglig styrning, är sammanlänkade med kunskapsåteranvändning och systemstöd (ex. PDM och CAD).

Projektträffarna inklusive möjligheten att besöka andra företag har varit både en energiinjektion och inspiration. Att diskutera och utveckla den här typen av frågeställningar tillsammans med akademien och andra industrier är ett effektivt sätt att ta sig framåt. Hade vi inte varit med i VISIT så tror jag inte att vi hade haft samma förståelse kring hur hela det här systemet hänger ihop.

Vi ser en tydlig fortsättning inom det här området.

- Carl-Olov Naeslund



DENTSPLY SWEDEN AB:

Utan medverkan i Vis-IT projektet hade Dentsply inte haft förmågan och visionen att kunna se över och fördjupa sig i hantering utav störningar i fabriksflödet för att på ett systematiskt sätt kunna jobba med Kaizen. Metodiken och visualiseringshjälpmedlet ökade även transparensen i processen för alla parter vilket bidrog till ett närmare och bättre samarbete mellan avdelningar och individer.

- Marcus Tomasson



AUTOLIV SVERIGE AB:

Under min karriär som verksamhetsutvecklare har jag inte sett ett sådant stort intresse och "pull" från verksamheten som liknar det som varit i Vis-IT.

- Anders Svantesson



REPOS AB:

Vis-IT har varit ett otroligt givande projekt för Repos som ett mjukvaruutvecklande företag mest på grund av konstellationen bestående av tätt samarbetande akademi och industri. Detta samarbete har gett oss en otrolig möjlighet att få insyn i användarnas situation vilket resulterat i lösningar med stort användarvärde och som dessutom kunnat tas fram på en bråkdel av tiden jämfört med traditionella IT projekt. Vis-IT har direkt gett oss möjligheten att expandera och nyanställa in i ett nytt och växande segment med hjälp av spin-off företaget Yolean.

- Staffan Olsson



AB VOLVO:

Vis-IT har gett oss en unik möjlighet att med hjälp av akademien samt andra industriföretag fördjupa oss i framför allt problematiken kring metodik för att fånga in återanvändningsbar kunskap genom engineering checksheets. Denna metod är nu en central del av vår kunskapshanteringsstrategi.

- Amer Catic

10 Referenser

Bergsjö, D., Catic, A., Malmqvist, J., 2009. Implementing a Service Oriented PLM Architecture Focusing on Support for Engineering Change Management Submitted to International Journal of Product Lifecycle Management.

Catic, A. och Malmqvist, J., 2013. Effective method for creating engineering checklists. Journal of engineering design (0954-4828). Vol. 24 (2013), 6, p. 453-475.

CIMdata, 2002. Product Lifecycle Management -Empowering the Future of Business, <http://www.cimdata.com>.
Holmdal, L., 2010. Lean Product Development på Svenska. Stromia Digitaltryck AB, Gothenburg, Sweden.

Gawande, A. 2009 *'The Checklist Manifesto: How to Get Things Right'*, Metropolitan Books, Henry Holt and Company, New York, USA

Holmdahl, L. 2010 *'Lean Product Development – På Svenska'* Göteborg, Stromia Digitaltryck AB

Jaafari, A. and Manivong, K., 1998. 'Towards a Smart Project Management Information System'. *International Journal of Project Management*, Vol. 16, No. 4, pp. 249-265

Lindlöf, L. and Söderberg, B., (2011), "Pros and cons of lean visual planning: experiences from four product development organisations", *Int. J. Technology Intelligence and Planning*, Vol. 7, No. 3, 2011

Näringsdepartementet (2011) 'It i människans tjänst – en digital agenda för Sverige', Art. Nr. N2011.12, Diarir. 2011/342/ITP, <http://www.regeringen.se/content/1/c6/17/72/56/5a2560ce.pdf>

Stark, J., 2005. *Product Lifecycle Management: 21st century paradigm for product realisation*, Springer, USA.

Parry, G. C. and Turner, C. E., 2006. 'Application of Lean Visual Process Management Tools'. *Production Planning and Control*, Vol. 17, No. 1, pp 77-86

Taxén, L. and Lilliesköld, J. (2008) 'Images as action instruments in complex projects', *International Journal of Project*

Wickstrøm Jensen, K., Døjbak Håkonsson, D., Burton, R.M. and Obel, B. (2009) 'Embedding virtuality into organization design theory: virtuality and its information processing consequences', in Bøllingtoft, A., Døjbak

Zimmerman, T., 2008. *Implementing PLM Across Organisations - For Multi-Disciplinary and Cross-Functional Product Development*, Product and Production Development. Chalmers University of Technology, Göteborg.