

EFFEKTIV IT

LEDTIDER & KVALITET

RAPPORT NR 18 – SEPTEMBER 1994

PROCESSFÖRBÄTTRING FÖR INFÖRANDE AV INTEGRERAD SYSTEMUTVECKLING

– några exempel på effektiv produktframtagning

Sten-Erik Öhlund

SVENSKA INSTITUTET FÖR SYSTEMUTVECKLING

SISU

SISU bedriver ett program för forskning och utveckling inom informationsteknologins tillämpningsområden – Effektiv IT. Grunden till programmet är en förstudie inom detta område som SISU genomfört på uppdrag av Näringsdepartementet och NUTEK. Forskningen koncentreras till områden som har stor ekonomisk relevans för svenskt näringsliv och förvaltning.

Målet med programmet är att svenskt näringsliv och förvaltning ska kunna använda resultaten för att:

- Effektivare styra och utveckla verksamheter
- Minska kostnaderna för informationsförsörjningen
- Bättre utnyttja befintliga informationssystem
- Använda bättre värderings- och kalkyleringsprinciper
- Minska ledtiderna vid införande av nya system
- Förbättra intern och extern kommunikation

Arbetet under första året drivs inom fem forskningsområden: *Systemutvecklingens ledtider och kvalitet, Systemarvet, Affärskommunikation, IT:s ekonomi och management* samt *Verktyg för verksamhetsutveckling*.

Innehåll

Sammanfattning 1

1. Introduktion 3

2. Intervjuer och presentation 4

3. Grunddrag i effektiv produktframtagning 7

4. Ericsson Radio AB, Japanprojektet 13

**5. Produktframtagning vid
Siemens Elemas Pacemaker Division 22**

6. Instrumentutveckling vid Pharmacia Biotech 35

**7. ”Rätt från början – det samlade greppet”
– störningsfri produktion vid Siab 43**

Referenser 55

Bilaga 1 57

Bilaga 2 58

Bilaga 3 59

Sammanfattning

Effektiv produktframtagning blir allt viktigare för företag som verkar i en konkurrensutsatt omgivning. Nya strategier har utvecklats för att möta behovet av effektivare processer för produktframtagning. En etablerad strategi är Integrerad produktutveckling eller Concurrent Engineering.

I fokus står en stor förändring i arbetssätt, att bättre utnyttja samlad kompetens som finns i företaget. Utmaningen ligger i att förändra attityder, organisation, metoder och kompetens.

En effektiv produktframtagning behöver anpassas efter varje företags kultur, produkt och marknad. Erfarenheter från hur framgångsrika företag bedriver produktutveckling är därför viktiga som inspirationskälla för att starta förändringsarbetet inom den egna organisationen. Inom projektet "systemutvecklingens ledtider och kvalitet" har vi ambitionen att samla in erfarenheter från framgångsrik produktframtagning och sammanställa dem för vidare spridning. Denna rapport är ett led i detta.

Vi har gjort ett antal intervjuer med projektledare vid fyra olika företag: Ericsson Radio Systems, Siemens Elema Pacemaker, Pharmacia Biotech och Siab AB Stockholmsregionen.

I rapporten beskriver vi deras erfarenheter av att effektivisera produktframtagning och produktion. I tre av fallen ingår programvaruutveckling som viktig komponent och i ett av fallen (Siab) beskrivs en metod för störningsanalys som är generell tillämpbar på hela utvecklingskedjan. Intervjuerna är gjorda med fokus på fyra punkter som är centrala i Concurrent Engineering – organisation av produktframtagning, kravhantering, utvecklingsprocess samt metoder och datorstöd.

Vi har sammanfattat erfarenheterna i ett antal teman.

Under temat *organisering av produktframtagning* kan vi se hur man förstärkt projektledarens status i organisationen, utvecklat en balans mellan linje och projekt, där linje fungerar som en serviceorgan till projekten och projekten fått högre status. Delegering av befogenheter och klargjord ansvarsfördelning är andra nyckelfrågor.

I samtliga projekt var det viktigt att involvera alla berörda yrkesgrupper tidigt i produktframtagningen, arbetsbyten har i vissa fall tillämpats. Hur man skall rekrytera rätt kompetens till projektet är en annan viktig fråga. Ett sätt har varit att frigöra personal genom att flytta över uppgifter till andra delar av organisationen.

Under temat *kravhantering* betonas vikten av bra förarbeten för att korta ledtider och höja kvaliteten. Man varnar för att börja projekt på lösa idéer. I tidskritiska projekt måste man särskilja forskning och produktframtagning. Prototyper används ofta för att ta fram en kravspecifikation med hög kvalitet och möjlig att förstå. Man betonar vikten av att ligga på rätt nivå vid kravspecificeringen, att lägga fast ramarna och att inte lämna något ouppklarat till ett senare skede. I ett företag har man byggt in en viss flexibilitet för att kunna göra ändringar under arbetets gång genom en tät dialog med kund, i andra fall arbetar man längre tid för att ta fram kravspecifikation som man fastlägger och sedan realiserar.

Under temat *utvecklingsprocess* var det genomgående för de olika företagen att man måste se till hela framtagningsskedjan, inte bara design, när det gäller att korta ledtiderna. Man betonar designaktiviteten för att öka kvaliteten i produkt och produktion.

Man har i de olika projekten i större utsträckning arbetat parallellt, exempelvis med att planera och samköra design och testning, att arbeta med preliminär information i olika designaktiviteter och mellan olika faser i produktframtagningen.

Samlokalisering av projektmedlemmar har varit ett annat sätt att öka kommunikationen i projekt. Ett viktigt sätt att hålla ihop projektet har också varit stark fokusering på kundens mål och processer liksom tydlig målstyrning för att hantera designkonflikter.

Metoder och datorstöd har inte varit primära arbetsområden. I ett fall har man dock använt en strukturerad metod för störningsanalys av processer. Arbete i riktning mot att utnyttja komponenter från tidigare produkter eller från en forskningsbank har varit ett centralt tema. Prototypverktyg har använts. Flera av de intervjuade har betonat vikten av en effektiv produktdatanhantering för att korta ledtider och samordna projektet. Dock har flera av företagen fortfarande till stora delar en manuell process för detta speciellt på utvecklingsidan.

1. Introduktion

Effektivare produktframtagning är alltmer central för de flesta företag som utvecklar tjänster och produkter på en konkurrensutsatt och krävande marknad. Nya strategier utvecklas i företagen för att möta ett behov att radikalt förändra sättet att ta fram produkter. Begrepp som Concurrent Engineering, Simultaneous Engineering, eller Integrerad produktutveckling, har betecknat dessa nya och framgångsrika strategier.

Då fokus i mycket ligger på nya arbetssätt – att bättre utnyttja den samlade kompetens som finns i ett företag, att förändra förlegade och etablerade arbetssätt, liksom attityder kopplade till dessa – ligger det en stor utmaning i att åstadkomma nödvändig förändring i organisation och metoder samt hos personal.

För detta förändringsarbete kan man lära av andras exempel hur man faktiskt förverkligat en effektivare produktframtagning. Därför har vi i projektet "Systemutvecklingens ledtider och kvalitet" tittat närmare på några exempel på effektiv produktframtagning, som vi presenterar i denna rapport.

2. Intervjuer och presentation

Vi har gjort intervjuer med företrädare för fyra olika företag som på olika sätt förbättrat sina processer för produktutveckling och produktion. De tjänar även som en explorativ studie av vad man valt att fokusera på, hur långt man kommit inom vissa företag samt vilka framtidsperspektiv man har.

Denna sammanställning av erfarenheter av att tillämpa nya strategier för produktutveckling med betoning på systemutveckling som viktig komponent, är början på ett arbete i projektet. Vi tror att erfarenheterna är till nytta för företag som står i begrepp att införa nya strategier för produktutveckling. En inspirationskälla för olika ”grepp” som redan provats i praktiken.

Dessa intervjuer, tillsammans med annat material som vi fått tillgång till, utgör det råmaterial vi utgått ifrån då vi nedan beskriver arbetssätt i projekt och företag. Beskrivningarna har faktagranskats av de intervjuade. Vi vill betona att fel som eventuellt insmugit sig helt och hållet måste lastas oss. Liksom de tolkningar vi gjort av materialet.

Intervjumall

De fyra intervjuerna har utförts efter en mall som fokuserat på olika dimensioner i en ny strategi för produktframtagning, inspirerad av Carter (Carter D.E, 1991), se även föregående rapport om Integrerad systemutveckling (Öhlund & Bergman, 1994).

Dessa dimensioner är *organisation, kravhantering, utvecklingsprocess* samt *metoder och datorstöd*.

Med *organisation* menar vi allt som har att göra med ansvarsfrågor, befogenheter, projektorganisation, projektledares roll, yrkesroller, arbetsgrupper och kompetens.

Med *kravhantering* avser vi allt som har att göra med hur man inom projekt arbetar med kravspecifisering. Allt från tidiga idéer och forskningsresultat till färdig kravspecifikation och hur dessa realiserar i färdig produkt (spårbarhet).

Med *utvecklingsprocess* menar vi hur man organiserat utvecklingsprocessen och dess olika faser. Vidare graden av parallellitet, integrering av olika faser, utvecklingsmodeller, relationen till projekt, processbeskrivningar och processmätningar.

Med *metoder och datorstöd* menar vi användning av *metoder* för t ex störningsanalys, kravhantering och konstruktionsmetoder. Här inkluderar vi även *datorstöd* för projekthantering, utvecklingsprocessen, produktdatahantering, stöd för samverkan i arbetet, utvecklingsverktyg och integrering av utvecklingsmiljö.

Denna struktur för viktiga ingredienser i s k Concurrent Engineering-miljö har varit vägledande i intervjuerna och för sammanställningen och presentationen av materialet.

Val av projekt och företag

Projekt kända för oss men ännu inte beskrivna i litteraturen bildar basen för de projekt och företag vi valt. Ett kriterium har varit projekt framgångsrika i att förkorta ledtider och/eller förbättra kvaliteten i produktframtagningen, genom att tillämpa eller vara inspirerad av Concurrent Engineering. I andra fall har införts liknande arbetssätt som dock inte betecknats Concurrent Engineering. Det förstnämnda gäller speciellt ett projekt vid Ericsson Radio, det s k Japanprojektet. Det omtalas inom Ericsson som projektet där man öppet gått ut med att man tillämpat Concurrent Engineering. Projektets storlek gör det speciellt intressant, med ca 500 utvecklingsingenjörer och 1 miljon mantimmar i arbetsinsats¹ under 18 månader! Dessutom innehåller det en mycket stor del programvaruutveckling. Annars har vi sett få projekt som tillämpar Concurrent Engineering inom systemutveckling. Detta är sannolikt det största programvaruprojekt där man tillämpat Concurrent Engineering i Sverige.

Ett annat företag vi intervjuat är Siemens Elema, närmare bestämt en projektledare på division Pacemaker. Utvecklingsprojektets storlek är ca 20-40 personer, varav många inom programvaruutveckling. Även här har man tillämpat idéer från Concurrent Engineering, vilket visar att CE är tillämpbart även i relativt sett mindre utvecklingsprojekt. En typiskt utvecklingstid är minst 1 år.

Det tredje företag vi intervjuat är Pharmacia Biotech. Vårt intresse väcktes av deras arbetssätt med tvärfunktionella grupper. De har även satsat på ledtidförkortningar i sitt utvecklingsarbete. Här intervjuade vi chefen för programvaruutveckling vid framtagning av biotekniska instrument. Inom programvaruutvecklingen utnyttjar man flitigt prototypframtagning. Utvecklingsprojekten är ungefär lika stora som för Siemens Elema Pacemaker. Utvecklingstiden för ett större projekt är omkring 2 år.

¹ Denna typ av projekt är nästan i storleksordningen att ta fram en ny bilmodell. Det ger en intressant bild av företaget Ericsson som har förmåga att samtidigt driva ett antal mycket stora utvecklingsprojekt. Här finns mycket att hämta för andra företag i Sverige.

Det fjärde och sista företaget och projektet som vi intresserade oss för var ett företag i byggbranschen, Siab, och ett pilotprojekt vid Hästsportens hus kallat störningsfri produktion. Här var vi långt ifrån systemutveckling, men såg genast likheterna i arbetssätt med Concurrent Engineering. Projektet hade fördelen att vara väl strukturerat och metodinriktat. De erfarenheter man gjort och den metod man utvecklat vid Siab för störningsfri produktion kan mycket väl tillämpas på Integrerad systemutveckling, med betoning på att eliminera störningar och fel i produktframtagning och produktionsprocess.

Sammantagna ger de fyra fallbeskrivningarna många intressanta erfarenheter. Här nedan kommer vi att sammanfatta de viktigaste dragen i effektiv produktframtagning, så som de framkommit i de fyra fallbeskrivningarna.

Intervjuade

Vi vill här passa på tillfället att tacka de intervjuade och deras företag för välvillig insyn i deras erfarenheter.

Kjell Holmberg är chef för programvarutveckling vid forskningsavdelningen på Pharmacia Biotech.

Mats Köhlmark arbetar på Ericsson Radio AB, numera som sektorchef på RMOA (Mobiltelefoni Amerika). Tidigare har han arbetat som projektledare inom GSM-projekt och det aktuella projektet, det s k Japanprojektet.

Anders Fredricsson arbetar inom division Pacemaker som projektledare inom produktutveckling.

Tommie Eriksson, Siab, Stockholmsregionen, arbetar inom staben för kvalitetsfrågor, för att samordna resurspersoner och för att få igång arbetet inom de olika avdelningarna.

3. Grunddrag i effektiv produktframtagning

Organisation – projektorganisation

Balans mellan linje och projekt

Genomgående var att man i flera fall stärkt projektledarens status. Det fanns en alternativ karriärväg som projektledare. Hans roll varierade från en administrativ tjänst, där linjen tog alla designbeslut, till att i varierande utsträckning inom projektets ramar kunna ta egna designbeslut i projektet. I flera fall framgår värdet av tät kontakt med en projektstyrgrupp, från veckomöten till möten varannan vecka. Dessa möten ansågs underlätta för projektledaren att snabbt få hjälp och snabbt få beslut för att korta ledtiderna.

Förutsättningarna för ett bra projektarbete är ett gott samarbete mellan linje och projekt, där linjen ses som serviceorgan till projekten, ett serviceorgan som tillhandahåller kompetens, resurser och arbetsmetodik.

Delegering av befogenheter och klargjord ansvarsfördelning

En annan viktig faktor för att korta ledtiderna var förmågan hos chefer att delegera beslut och befogenheter till linjens representanter i projekten. Det är viktigt att göra projektet beslutsfärdigt inom givna ramar. Och samtidigt att skapa beslutsföra som snabbt kan fatta beslut om projektet inte ensamt kan eller inte skall. Detta organiseras på lite olika sätt i olika fall. Men ett genomgående tema är den betydelse som projektstyrgruppen har – en grupp bestående av linjechefer och ibland VD. Projektledarens roll är viktig och utbildningen likaså, men har han inte stöd i organisationen blir projektledarens uppgift omöjlig.

Involvera alla yrkesgrupper tidigt!

Ett annat genomgående tema är olika slag av sk tvärfunktionella arbetsgrupper i olika faser av projektet. Kunskapsutbytet mellan olika yrkesgrupper och mellan olika utvecklingsfaser betonas ständigt. Detta är den metod för kunskapsutbyte som man använder för att ta hänsyn till alla skeden i en produkts livscykel. I ett av fallen (Störningsfri produktion i Siab) har man använt en mer systematisk metod som FMEA (Failure Mode and Effects Analysis – feffektsanalys) och processnedbrytning. Märk att dessa har en väsentlig roll som instrument för samverkan och kunskapsutbyte, vilket bekräftar den forskning som gjorts vid KTH om användning av stödmeter (Norell, 1992). Vad gäller den processnedbrytning som gjorts vid Siab kan den återanvändas för störningsanalys i andra byggprojekt.

I en del fall har man sett till att växla personal, eller ta en projektledare från t ex produktion, eller flyttat ansvar som tidigare var produktionens till design-avdelningen. Detta har gjorts för att överbrygga de funktionella och yrkesmässiga gränserna. I tre fall – Ericsson, Pharmacia Biotech och Siemens – återkommer integreringen av provning och design. Man låter programmerarna testa sin egen kod och bygger test verktyg som kan utnyttjas av fler yrkeskategorier. Härigenom vill man att konstruktörerna tar ett större ansvar för helheten.

På Pharmacia Biotech har man medvetet använt samma personer för förarbetena och framtagning av kravspecifikationen, det man kallar den kreativa fasen, och sedan implementeringen. På detta sätt kommer man undan problem vid överlämnandet mellan olika faser. Man utnyttjar olika kompetenser som finns i gruppen i olika skeden. Detta kräver stor applikationskunskap och bredare kompetens hos dem som deltar i projektet. På detta sätt får man även ökad motivation i projektet genom att ta ansvar för slutresultatet. Väl avgränsade och väl förstådda moduler lägger man ut till fastprisåtagande hos underleverantör.

Rekrytering av rätt kompetens till projekt

Vid Ericsson Radio rekryterade man genom att frigöra personal för utveckling genom att omfördela utvecklingsansvar för redan framtagen produkt till andra designcentra. På så sätt kunde man frigöra personal och hela organisatoriska enheter med erfarenhet av tidigare projekt. Detta pekar på värdet av att återanvända kunskap.

Kravhantering

Gott förarbete kortar ledtider och förbättrar kvaliteten

Alla fallbeskrivningarna betonar vikten av att göra ett gott förarbete för att korta ledtiderna. Kravhanteringen i de tidiga faserna är svår och ofta av mindre god kvalitet. Man betonar att det i ett tidskritiskt projekt blir än mer viktigt att skilja på forskning och utveckling. Man varnar för att börja utvecklingsprojekt på lösa idéer. Istället strävar man efter att bygga upp en forskningsbank av väl prövade idéer eller byggblock för framtiden.

I alla fall betonar man nära samarbete med kunden eller liknande typer av kundrepresentanter som oerhört viktigt.

Prototypframtagning ett viktigt verktyg för god kravspecifikation

Prototypframtagning sågs som ett viktigt verktyg för att ta fram en god kravspecifikation. Speciellt för att förstå hur en produkt kommer att fungera i sin användningssituation. Prototyper tas även fram för att testa realiserbarhet och producerbarhet.

Man betonade även vikten av att ligga på rätt nivå när kravspecifikationen skrevs. Det handlar om att lägga fast ramar av tillräcklig kvalitet, att inte optimera design mot absolut kvalitet. Det var även viktigt att inte lämna till ett senare skede vad man kunde bestämma på ett tidigt stadium. Att arbeta med ramar och med tillräcklig kvalitet bidrar även till större möjlighet att arbeta parallellt.

I fallet Siab tog man hänsyn till viss flexibilitet för att kunna göra ändringar under byggets gång. Det var svårt för kunden att få klart för sig hur resultatet skulle bli före ett visst skede. Genom tät dialog med kunden under byggprocessen kunde man uppnå större flexibilitet. Kunden förstod bättre när det var möjligt att ändra.

Denna flexibilitet tycktes vara svår att uppnå i andra fall, när kravspecifikationen redan var gjord.

Utvecklingsprocess

Samlokalisering respektive geografisk spridning

Vid Pharmacia Biotech betonade man att geografisk närhet hade stor betydelse för kommunikation i projekt. Därför strävade man efter samlokalisering av olika funktioner och yrkesgrupper i projekt. I en del fall behöll man den geografiska lokaliseringen och ordnade istället ett s k war room, eller projektrum. Där fanns all dokumentation för projektet och gavs en naturlig samlingspunkt för projektet. Man vill på det sättet undvika att det i projekt bildas s k subkulturer som pågår en längre tid i isolering från resten av organisationen. Detta kan på sikt göra samsyn och enhetlighet i arbetet svårare.

Vid Ericsson Radio förelåg geografisk spridning av utvecklingen. Även här hade man ett projektrum med utrustning för videokonferens med bl a Japan. Av detta sätt att kommunicera i projektet har man goda erfarenheter.

Tidig integrering av produktion

Genomgående tema i fallbeskrivningarna är antingen behovet av tidigt integrerad kunskap och erfarenhet från produktionen (Siab), eller hur man bättre än tidigare integrerar produktionen med konstruktionen (Ericsson Radio). En orsak till att man förändrade sitt arbetssätt på Siemens Elema var att det ofta uppstod fel i produktionen på grund av fel i konstruktionen. I det s k Japanprojektet vid Ericsson Radio fick produktionen mycket större uppmärksamhet därför att kundens japanska chefer besökte olika produktionsanläggningar oftare än många interna chefer på Ericsson gjort.

Man införde också produktionsstopp efter japansk modell. Intressant är att man inom det s.k. Japanprojektet såg över hela kedjan från beställning till leverans. Och då speciellt packningen – där man upptäckte fel².

På Pharmacia har man studerat metoder som DFA (Design for Assembly) men inte sett dem som generellt tillämpbara. Pharmacia har inte så stora serier, vilket kan vara en förklaring. Däremot såg de ett stort behov att konstruera med tanke på att minska service- och marknadskostnader – Design for Service and Selling.

Korta ej designtiden – förbättra produktkvaliteten istället!

Genomgående betonade man att inte korta tiden för design, utan att istället satsa på högre produktkvalitet. Vid en viss given teknisk nivå och nivå för utvecklingsverktyg har man viss ledtid för utveckling. Om man kortar tiden för design riskerar man att försämra produktkvaliteten, liksom dess producerbarhet, och öka servicekostnader, och i slutändan hamna på större livscykelkostnader. Ledtidsbesparingar kan man framförallt göra i början av projekt och i slutet i, t ex vid produktionsstart.

Parallellisering av olika utvecklingsmoment

Vid Siemens Elema finns ett utmärkt exempel på hur man genom att ta vissa risker och arbeta med marginaler kan åstadkomma mer parallell design. Detta underlättas även av ett byggsätt som baserats på avgränsade byggblock.

I Japanprojektet har man parallelliserat provning och design genom att styra designaktiviteterna efter provningen och på så sätt integrera. Härigenom har man faktiskt fått längre designperiod.

Rent allmänt har man parallelliserat alla faser mer eller mindre genom att arbeta med preliminär information till produktion och andra efterföljande faser. De senare faserna har även deltagit med synpunkter, fått fortlöpande information, som de kunnat ge respons på, vilket aktiverat dem och gjort möjligt för dem att förbereda sig bättre.

Fokusera på kundens mål

I Japanprojektet har man tydligt fokuserat på kundens mål: att ha intäkter vid en viss tidpunkt. Detta har bidragit till ett fokus på för kunden relaterade processer, som utveckling av ett administrativt system kopplat till mobiltelefonisystemet. Genom att fokusera på slutmålet får man överblick över hela kedjan, med början bakifrån av hur kunden ser produkten.

² Man har erfarenheten att det ofta är i de s.k. hög- och lågteknologiska ändarna som det ofta kan uppstå problem.

Målstyrning

Vikten av målstyrning från företagets sida ses klart på Siemens Elema. Detta bidrar till att projekt oftare genomförs framgångsrikt då de är väl motiverade och det är mindre chans att man plötsligt ändrar prioriteringar. Man tillämpar även målstyrning vad gäller, tid, kostnad och specifikationer. En målorienterad styrning innebär att man i högre grad tänker baklänges och problemlösningsorienterat: hur skall vi uppnå detta mål?

En traditionell metod skulle vara att tänka framlänges, vilket i ett tidspressat läge skulle leda till konstaterandet att det var omöjligt att genomföra.

Målstyrning underlättar en målorienterad problemlösning (Nadler & Hibino, 1990).

Metoder och datorstöd

Allmänt sett kan vi konstatera att metoder och datorstöd inte tas som primära arbetsområden. Man har fokuserat mycket på arbetssätt som första steg. Man ser däremot att datorstöd och metoder är viktiga för att förstärka och konsolidera de framsteg man gjort i arbetssätt.

Processbeskrivningar och störningsanalys.

Vid Siab har man utnyttjat s k processbeskrivning för att dela in byggprocessen i olika delmoment. Dessa processbeskrivningar utgjorde utgångspunkt för störningsanalys med preventiva åtgärder, kostnader, sannolikhet för uppkomst m m, en s k feleffektanalys (FMEA). Pilotprojektet vid Siab är ett exempel på användande av en väl strukturerad metod.

Komponenter

Vid tidskritiska projekt är det viktigt att utnyttja befintlig teknologi så mycket som möjligt. Vi har dock inga exempel på en väl utvecklad strategi för återanvändning. Det görs utifrån de krav som projekten ställer. I exemplet Ericsson Radio ser vi en hög grad av återanvändning, dels av AXE-systemet, som är väl uppbyggt för återanvändning, fortfarande ända upp till ca 60%, dels av strukturer från tidigare digitala projekt, som GSM och D-AMPS. Insikten att det är nödvändigt att återanvända kan inte påtvingas konstruktörerna utan måste komma från behov i projekten. Ett sätt som nämns i fallbeskrivningarna är förverkligande av en forskningsbank av väl underbyggda idéer omfattande hela produkter eller byggblock som kan ingå i ett flertal produkter. Investeringar görs även i centrala byggblock som kan återanvändas i fler produkter. Ett sätt att se på återanvändning är alltså som investering i byggelement.

Intressant är att man inom byggnadsindustrin knappast använder färdiga standardprodukter, men väl kan beställa skräddarsydda komponenter från underleverantörer, t ex ett antal fönster, enbart genom att ange ett antal parametrar. Produktionen av fönster är så flexibel att man lätt kan ställa om efter parametrarna.

Prototypverktyg

Prototypverktyg används flitigt i olika projekt för olika syften, som t ex att förbättra kravspecifikation, testa producerbarhet och användbarhet.

Produktdatahantering

Genomgående verkar produktionen ha kommit mycket längre i automatiseringen av produktdata vid en jämförelse med utvecklingssidan, som ofta har manuella rutiner för t ex kravspårbarhet. Man behöver skaffa högre grad av automatisering av produktdatahanteringen även på utvecklingssidan.

Loggbok

Vid Siemens Elema önskas ett verktyg som fungerar som loggbok över olika händelser och designbeslut under projektets gång – händelser som inte planerats.

4. Ericsson Radio AB, Japanprojektet

”Att Ericsson kom in i Japan är en sensation inom telekomvärlden, vilket bidragit till den uppmärksamhet projektet fått.”

”Tidsfaktorn i detta projekt var avgörande – antingen var man med eller inte med.”

”... skrevs kontrakt på en produkt som alla visste att vi inte hade.”

Bakgrund

Företaget Ericsson Radio är organiserat i affärsenheter som försörjer varje marknad med en viss typ av produkter. När det så k Japanprojektet drogs igång bildades en ny affärsenhet för produkter till den japanska marknaden. Det handlar om en helt ny digital standard, som heter PDC. Det finns tre digitala standarder i världen och detta är den tredje. De två första är den digitala varianten av den amerikanska standarden, D-AMPS, och GSM, som är den europeiska standarden.

För slutanvändarna är det inte stor skillnad mellan dessa standarder. Men det är ett stort arbete att ta fram en produktlinje för en sådan standard. Ericsson är det enda bolag i världen som tillhandahåller kompletta system enligt samtliga tre digitala standarder.

Grundtanken med Ericssons organisation är att det skall finnas ett större lokalt bolag (ett så k major local company) på varje marknad. Detta skall representera Ericssons alla produkter på marknaden. Dessa bolag skall sedan beställa produktutveckling från affärsenheterna.

Denna typ av bolag finns inte i alla länder och inte heller i Japan. Affärsenheten arbetar mer direkt på marknaden via ett 'local company', i det här fallet med Ericsson – Toshiba KK, som är ett så k joint venture. Dessutom finns 'Nippon Ericsson KK', som är helägt.

Namnet på den affärsenhet som arbetar med mobiltelefoni i Japan förkortas RMOJ (Mobiltelefoni Japan).

Man har två produkter, CMS 30, som är ett komplett system, samt radiobasstationer, MDE, enligt samma standard, som man sålt till NTT. Japanska televerket är systemintegratör med andra leverantörer av radio och växlar (NEC). NTT utvecklar själv programvaran.

Den japanska marknaden (med 125 miljoner konsumenter) är potentiellt stor med en mobiltelefonitæthet på endast 1,5% – att jämföras med Sverige som närmar sig 10%.

CMS 30 är det kompletta mobiltelefonisystem som uppfyller standarden PDC.

Kontrakt med kunden, en ny operatör på den avreglerade japanska marknaden, ungefär som Comviq i Sverige, skrevs i maj 1992. Innan dess fanns ett skriftligt memorandum of understanding sedan dagen före julafton 1991. Detta betydde att kontraktet så gott som var i hamn och att planeringen av arbetet kunde börja.

I kontraktet fastställs en teknisk specifikation, tidplaner för installationsarbeten och olika prov som skall genomföras, samt naturligtvis priser, ekonomiska villkor, böter vid försening, m m. Det är marknadssidan som är ansvarig, men den behöver folk från produktledning, produktion och installation. Ofta behövs ett team bestående av många personer för att framställa offert och kontrakt.

Efter kontraktet beställer marknadsavdelningen projektgenomförande inklusive utvecklingsarbete.

Tidsfaktorn avgörande

I detta projekt var tidsfaktorn avgörande: "antingen är man med eller inte med". I detta fall skrevs ett kontrakt på en produkt som alla visste att man inte hade. Teknologival i ett sådant tidspressat projekt är mycket viktigt. Det gäller att använda etablerad teknik så mycket som möjligt. I de fall där man använt obeprövad teknik har man fått problem.

I slutet av 1991 bedrev ca 30 personer en förstudie för att undersöka vad den nya standarden skulle kräva. I november 1992 lägger man en skarp budget och tidplan.

Efter memorandum of understanding i december 1991 började man bygga upp en affärsenhet RMOJ, som bildades i april 1992. Innan dess hade man alltså ingen organisation eller ens resurser.

Huvudflöden – marknads- och kundflöden

På RMOJ har man två huvudflöden: Market supply flow och Customer supply flow. I denna text hädanefter kallade marknads- respektive kundflöde.

Marknadsflödet innebär att få ut något till marknaden första gången. Där är nyutveckling den dominerande aspekten. Sedan har man kundflödet, som handlar om leverans och installationsprojekt, där man säljer mer av det man redan har. Det är framförallt det senare flödet som man tjänar pengar på.

I ett marknadsflöde ingår kundflödet och man övar den senare för första gången. Kan man t ex hantera produkterna tillräckligt strömlinjeformat? Ett av syftena med marknadsflödet är att etablera ett kundflöde för den nya produkten.

Ledtiden förkortas med 25%

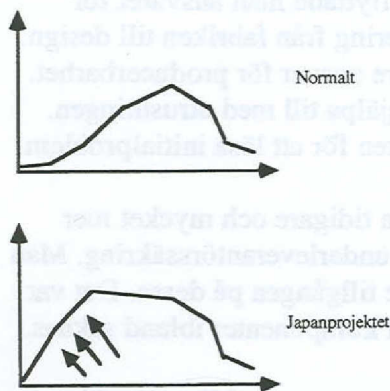
Det är alltid svårt att jämföra projekt. Vid jämförelse med det första GSM-projektet anser Mats Köhlmark, som arbetat som projektledare i GSM-projekt, att man åstadkommit ca 25% kortare ledtid. Förutsättningarna var dock något annorlunda. GSM-projektet var första gången man gjorde ett digitalt system. Nu var det tredje gången man byggde ett digitalt system.

Som mest arbetade 500 utvecklingsingenjörer i projektet, som krävt ca 1 miljon mantimmar i utvecklingsarbete³. Totalt sett är det dubbelt så många eftersom produktion och installation inte räknas in i projektorganisationen.

Den tid man kunde kapa i projektet var slutfasen, t ex att koordinera provningsverksamheten totalt sett inklusive installation, driftsättning och acceptanstest. Man ökade parallellläggning med produktion, man startade produktion mycket tidigare i händelsekedjan än vad man normalt gör.

Resursfördelning över tiden

Man försökte bredda projektet mycket tidigare än vanligt. Det var en ganska snabb uppstart – sedan har det varit fullt pådrag. Man försökte ha med mycket folk från början. I Japanprojektet har man lyckas åstadkomma förskjutning av mer resurser tidigt i projektet och relativt jämn fördelning över hela projektet.



Figur 1. Resursfördelning över tiden i projekt.

³ Notera att denna resursåtgång är nästan lika stor som vid utvecklandet av en ny modell inom bilindustrin. Kort framtagningstid i dessa sammanhang är ca 4,5 år. Japanprojektet tog 18 månader.

Rätt kompetens till projektet

Vid rekrytering använde man enkla grundregler. Man klargjorde tydligt vilka kompetenscentra man skulle återanvända. Det handlade mycket om att flytta jobb från dessa enheter för att de skulle kunna ingå ogravat i projektet. På switchingsidan har man t ex flyttat GSM-ansvar från Stockholm över Finland till Aachen. Det har skapat utrymme för att organisationsenheter kunnat utveckla produkter för PDC motsvarande dem man utvecklat för GSM.

Det är viktigt att återanvända kunskap. Det går inte att tvinga en utvecklingsorganisation att återanvända produkter mot sin vilja. Om man väljer tillräckligt kunniga medarbetare så begriper de att man skall återanvända produkter och gör det.

Tidig integrering av produktion

För produktion av radioutrustningen deltog fyra fabriker med var sin underleverantörsstruktur. Med switching-sidan blev det ännu fler fabriker, där det dock inte var så mycket ny produktion.

Det var viktigt att ta med produktionsfolk tidigt då stora producerade volymer skulle tas fram i jämförelse med tidigare. Framförallt radioutrustning är svår att få ut i produktion, eftersom den är mer komplex i produktion.

I detta projekt lyckades man med en produktionsstart som var väsentligt mycket snabbare än tidigare. Det var mycket fokus på produktion från början.

Man utnyttjade olika typer av arbetsgrupper som bytte personal med varandra. I Gävle (där man tillverkar radioutrustningen) flyttade man ansvaret för utveckling av utrustning för produktionsverifiering från fabriken till design. Detta för att konstruktörerna skulle känna större ansvar för producerbarhet. Produktion fick låna ut folk till design för att hjälpa till med utrustningen. Många konstruktörer följde med upp till fabriken för att lösa initialproblem.

När det gäller komponenttjänsten arbetade man tidigare och mycket mer medvetet än vanligt med komponentlistor och underleverantörssäkring. Man identifierade kritiska komponenter och säkrade tillgången på dessa. Det var och är viktigt med aktivt inköp eftersom en del komponenter ibland saknas.

Då det inte finns standardkomponenter beställer man utveckling av sådana. Eftersom Japanprojektet var ett tidplanepressat projekt försökte man använda så många färdiga komponenter som möjligt.

En erfarenhet är att det alltid är i den s k högteknologiska och lågteknologiska delen det blir problem. Den lågteknologiska delen omfattar skruvar och plåt-vinklar och kablar, sånt som man tycker är trivialt. Det krånglar alltid. Det är minst lika besvärligt som det högteknologiska.

Intrimning av produktionslinjen

Ur konstruktionens synvinkel vill man starta serieproduktion så **sent** som möjligt för att hinna med så mycket verifiering som möjligt. Samtidigt är det viktigt att starta serieproduktion så **tidigt** som möjligt med tanke på intrimning av produktionen och med tanke på ledtid för skeppning och installation.

Man har formella producerbarhetsgranskningar och man har satsat på att lägga dem så tidigt som möjligt. Man har försökt att få till ett kontinuerligt samarbete under en lång period mellan design och produktion. Detta har ledningen uppmärksammat.

Kunden i Japan har bidragit eftersom samtliga kunders VD har besökt alla fabriker minst en gång. Så mycket uppmärksamhet har produktion inte fått tidigare, inte ens internt. Det har bidragit till att produktionen fått högre status. Man har infört produktionsstopp efter japansk modell, vilket innebär att de som arbetar vid produktionslinjen kan stoppa produktionen om de inte är nöjda, vilket lett till insatser att rätta till problemet.

Detta är viktigt därför att det behövs en attitydförändring. Det är viktigt att vara uppmärksam på det som kunden kommer i kontakt med. Det första kunden ser är förpackningen och det andra kunden ser är om det överhuvud taget finns rätt saker i leveransen. Ofta glömmar man bort dessa självklarheter. Man har gjort uppackningar på prov där man upptäckt fel som man kunde rätta till innan produkten skeppades till kunden. Beslutet att starta skeppning till Japan var baserat på en provinstallation i Kista av exportpackad utrustning.

Det har funnits en strävan i projektet efter en helhetssyn hos alla som deltar i utvecklingen och produktionen att fokusera på slutmålet för kund.

Projektorganisation

Huruvida en projektorganisation fungerar beror i mycket på hur linje och projekt arbetar tillsammans. Systemen på ERA utvecklas och vidareutvecklas under mycket lång tid. NMT har funnits i snart 15 år och utvecklas fortfarande. Systemen man utvecklar har vidare lång teknisk livstid, samtidigt som det finns krav på allt tätare utgåvor. Detta kräver att man har permanent kompetens med tillräcklig kapacitet (ansvar för linjen) och samtidigt stark fokusering på löptid (ansvar för projekt). Därför har man valt att organisera i en matris på ERA.

Man har arbetat på att ge projektledare högre status och har här kommit längre än de flesta enheter. Man pekar ofta långt ned i organisationen för att finna projektledare som rapporterar hur projektet framskrider, om vad som hänt och vad som inte hänt, men som i grund och botten inte kan göra så mycket åt processen.

Projektledning är en egen avdelning i organisationen på samma nivå som övriga, vilket innebär att man sitter i ledningsgrupper m m. Man har börjat arbeta med två huvudprojektledare. I och med att man arbetar mer parallellt blir projektledarnas betydelse mycket större och någon måste alltid finnas närvarande. Projektledarna kommer från projektavdelningen. Normalt är de personer med erfarenhet från utvecklingssidan.

Befogenheter och ansvar

Det finns en styrgrupp för de olika utgåveprojekten. Eftersom affärschefen har det yttersta ansvaret för verksamheten och deltar i styrgruppen kan beslut fattas även om man inte kommer överens. Ofta handlar det om konflikter mellan olika projekt. Man skall kunna klara en s k multiprojektmiljö där man samtidigt skall hantera projekt i uppstart, dem som kommit halvvägs och dem som är i slutfas.

Styrgruppen träffas var 14:e dag och hanterar problem som projektledaren inte klarar av själv. Enbart det. Det förutsätts att progressrapporterna blir lästa. Att få styrgruppen att fungera är en nyckelfråga.

Projektledarna anses ofta i organisationen ha mandat, trots att de inte har det formellt sett. Därför är organisationen ovanför projekten mycket viktig, även om man naturligtvis bör utbilda bra projektledare. Nyckelfrågan är att få alla berörda linjechefer att förstå vad projektet är och att det går åt rätt håll. Då måste projektledaren ha en styrgrupp som har befogenheter och auktoritet, vilket man lyckats med på RMOJ. Chefen för projektkontoret är med i styrgruppen, liksom linjechefer.

Mandatet att fatta ett tekniskt beslut beror på vilken nivå man befinner sig i den hierarkiska produktstrukturen. På de högsta nivåerna handlar det om hela system och då är det en så svår och komplicerad fråga att det inte är möjligt för en människa att hantera den ensam. Det normala är att man har produktkommittéer på dessa nivåer som ansvarig chef konsulterar och lyssnar till.

Som projektledare lägger man sig inte så mycket i de tekniska lösningarna utan kontrollerar att produktkommittéerna har fattat ett beslut. Har man inte gjort det är det projektledarens sak att föra upp det till projektstyrgruppen.

Om man inte organiserar sig rätt kan beslutskedjan orsaka långa ledtider. Inom RMOJ har man arbetat på att förenkla och tydliggöra beslutsgången. Det ledde till snabba beslut.

Tidsvärdering

Tidsplanen togs fram baklänges utifrån leveranstidpunkt i kontraktet. Man har även gjort en del formella riskanalyser, två med fokus på tid och en tredje med fokus på kundtillfredsställelse. Riskanalysen ger en siffra på sannolikheten för att man skall klara sig. Det är en kreativ process. Det största värdet med

riskanalysen är att man får fram ett antal sk action points (åtgärds punkter) som man sedan arbetat in i den projektstyrande dokumentationen. Samt att projektgruppen pratar ihop sig om mål, medel och problem.

Utvecklingsmodell och projekt

Det finns en projektstyrmodell i vilken man kan länka in olika utvecklingsmodeller. Det används t ex helt olika utvecklingsmodeller för att utveckla en ASIC respektive programvara. Det finns alltså många utvecklingsmodeller, beroende på vilka teknologier man arbetar med.

Utvecklingsmodellen är sekventiellt orienterad. Den hindrar inte parallellt arbete men den stöder det å andra sidan inte heller. Det som är sekventiellt beskrivet är hur man kommer fram till en milstolpe. Skall man arbeta parallellt måste man starta efterföljande aktiviteter långt innan man kommit till milstolpen. Det gäller att hitta dessa händelser och tala om för efterföljande led att det vid en viss tidpunkt finns preliminär information som man kan börja arbeta utifrån.

Identifieringen av alla dessa händelser gjordes tidigt i projektet och var något man arbetat mycket med. Detta arbete gjordes av tvärfunktionella team, där man identifierade två huvudområden: all slags provning och produktion.

Kapa ej ledtider för design – öka produktkvaliteten!

Design skall man inte komprimera, om man inte finner nya teknologier. Vissa teknologier ger vissa ledtider. Dessa skall man naturligtvis inte förlänga, men heller inte pressa. Istället ska alla förbättringar man kan göra under design användas till att höja produktkvaliteten. På detta sätt går det att "rusa ut" på slutet. Det är viktigt att titta på hela livscykeln.

Det vore förödande om man kapade ledtider för utveckling om man inte samtidigt kapade ledtider för att få ut produkten på fältet. Om man lyckas halvera utvecklingstiden men fortfarande har långa tider till färdig leverans, hinner konstruktörerna börja på den tredje utgåvan innan fälterfarenheterna börjar komma in. Det är mycket bättre att kapa tiden från design till produkt i användning, då är konstruktörerna med fortfarande och har hela problemställningen aktiv när fälterfarenheterna börjar komma tillbaka. Slutsats: kapa inte utvecklingstiderna! Det som är viktigt är att kapa tiden till kund! Höj produktkvaliteten istället!

Parallellisering av provning och design

Genom att arbeta medvetet med provningsplanen kunde man för designen fastslå att vissa delar skulle vara klara först och andra delar behövdes först senare. På det sättet fick man möjlighet att förlänga designskedet för vissa funktioner samtidigt som den totala ledtiden kortades. Vad som skulle hända i

slutänden fick på detta sätt styra prioriteringarna i konstruktionen, i vilken ordning man gjorde olika saker.

(Figur som visar hur tiden för design förlängs genom att parallellägga provning och design finns i bilagan.)

Fokusera på kundens mål!

Under projektets gång var det mycket viktigt att fokusera på slutmålet.

Det är viktigt att förstå kundens situation. Kunden å sin sida har gjort en mängd åtaganden, varav vissa inte går att ändra. För kunden var tiden en överlevnadsfråga. Tidsfokus har varit oerhört i fokus jämfört med tidigare. I genomförandefasen gäller det att utgå från slutmålet och tänka baklänges.

Det mål som projektet satte upp vara att *kunden skulle ha intäkter från den första april 1994*. Det betyder att man måste ta ett större ansvar än att bara leverera ett system. Det måste fungera, kunden måste ha en organisation som fungerade, kopplingar till kundens system som skriver ut räkningar måste fungera, det måste finnas telefoner att sälja o s v. Det är viktigt att involvera även kundens processer.

Det blir viktigt att t ex leverera ett gränssnitt till de leverantörer som skall göra det administrativa systemet så tidigt som möjligt, så att de inte blir försenade. Det har pågått kontinuerliga kundmöten i Japan, flera gånger per vecka sedan projektets början.

Införande

Införande av nya arbetssätt och attityder har drivits från projektets sida som en följd av de krav som marknaden ställt på projektet, speciellt de hårda tidskraven. En erfarenhet man har är att metodutveckling måste drivas i projekt om den skall nå framgång. Erfarenheter dokumenteras i avslutsrapporter och leder till successiv uppdatering av verksamhets-handböcker för att se till att den projektstyrande dokumentationen är i linje med de nya arbetssätten.

Man har bildat en linjeenhet (kompetenscenter) för projektledning. Denna enhet har även som ansvar att vidareutveckla och ensa projektmetodiken inom affärsenheten.

Ensad uppfattning om projektet i organisationen

Det finns en ovanligt ensad uppfattning i organisationen om projektet genomförande och resultat. Man befinner sig i en speciell situation eftersom affärsenheten bildades precis i samband med projektet, vilket kan förklara varför man har en så pass ensad bild av projektet.

I en mer mogen organisation som har produkter i förvaltning och har projekt som inte är under lika starkt tidsfokus eftersom man arbetar på befintlig marknad, blir optimeringskriterierna mer komplexa.

Detta projekt är lite av ett framgångsexempel inom Ericsson. Att Ericsson kom in i Japan är en sensation inom telekomvärlden, vilket bidragit till den uppmärksamhet som projektet fått.

I projektet har man tillämpat tankar från Concurrent Engineering. Dock finns ingen uttalad strategi inom Ericsson att tillämpa Concurrent Engineering, Däremot att det är viktigt att studera s k best practice, eller framgångsexempel. Många är överens om att detta projekt utgör ett sådant exempel. Det finns andra projekt på Ericsson där man kortat ledtiderna. Dessa projekt har varit av karaktären kundflöden, d v s integrering och leverans av redan befintlig produkt till kund.

5. Produktframtagning vid Siemens Elemas Pacemaker Division

”Vi skall överträffa kundens förväntningar på effektivaste sätt genom allas medverkan”

Divisionens kvalitetspolicy

Bakgrund

Siemens Elema AB ingår i Siemenskoncernen och är ett tyskägt företag med verksamhet i bl a Solna och Sundbyberg för forskning, utveckling och produktion samt en fabrik i Örnköldsvik för elektroniktillverkning. Siemens Elema är som företag, uppdelat i ett antal divisioner: Röntgen, Elektrokardiografi, Lifesupportsystem, Pacemaker⁴ och Svensk försäljning. Den sista utgör svensk säljorganisation för Siemens övriga medicinska produkter. De andra har huvudverksamheten i Solna.

Division Pacemaker har även ett systerbolag i Kalifornien, USA. Också detta är Siemensägt. Både verksamheten i Solna respektive Kalifornien har varsin komplett organisation med utveckling, tillverkning, etc.

Pacemakerverksamheten har sitt ursprung i en svensk uppfinning. Dr Rune Elmquist konstruerade den första implanterbara pacemakern. Detta var möjligt tack vare transistorerna. Implantationen ägde rum 1958 och utfördes av Åke Senning på Thoraxkliniken på Karolinska sjukhuset.

Patienten som under årens lopp fått pacemakern utbytt mot förbättrade enheter lever fortfarande och har idag företagets senast introducerade produkt inopererad.

Organisation av produktframtagning

Produktframtagningen skär över hela verksamheten

Inom division Pacemaker använder man ordet produktframtagning för att lyfta arbetet från utvecklingsavdelningen. En grundtanke är att produktframtagning skär över hela verksamheten. Man betonar vikten av att få in ett ”marknadsben” och råd från marknaden, marknadsfolk skall finnas med i projektet, och ett ”konstruktionsben” med konstruktörer, men även personer från kvalitets-

⁴ Efter Intervjutillfället har ägandeförhållandena ändrats i och med att S:t Jude Medical har förvärvat pacemakerverksamheten från Siemens.

från kvalitetssidan, ett ”kvalitetsben”, är med och stödjer rent praktiskt, inte bara med hjälp av handböcker, och sist men inte minst ett ”produktionsben” med produktionsfolk.

Utvecklingsprocess – från idé till produkt

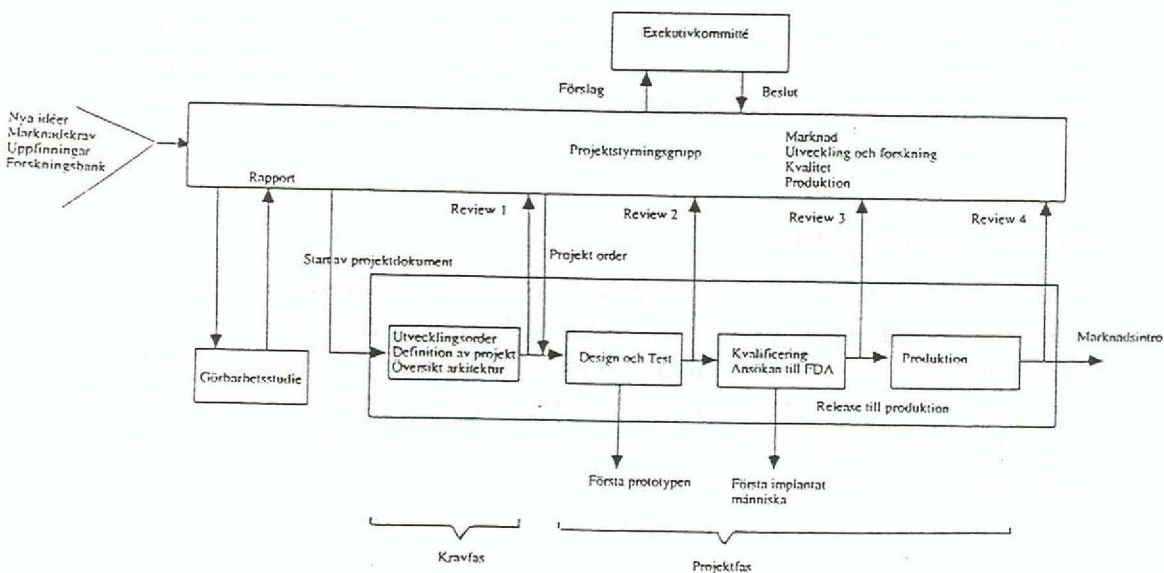
En utvecklingsprocess kan starta på två olika sätt. Antingen finns som utgångspunkt en idé, t ex från marknadssidan eller så kan det finnas grundidéer om nya funktioner som kommer från forskningssidan. Man anser det viktigt att arbeta fram förstudiekoncept ordentligt. I dagsläget händer det ibland att man sätter igång projekt som skall ta fram en produkt innan man är helt säker på att det går ihop, utan att ordentlig förstudie gjorts. Detta gör tidplanen och funktionen mycket osäker.

Man planerar att bygga upp ett lager av vettiga idéer som man gjort förstudier på och visat att de fungerar.

Ett nyckelområde är alltså att få olika idéer så färdiga som möjligt konceptmässigt, så att man vet att de fungerar innan man går vidare i en produktframtagning. Denna kommer då att utgöra en sammansättning av relativt välkända bitar.

Både i Kalifornien och i Solna finns en speciell forskningsgrupp inom utvecklingsavdelningen och som har ett nära samarbete sinsemellan.

En ledningsgrupp, eller Exekutivkommittén, en överledningsgrupp över båda bolagen, har ansvar för hela den produktflora som är gemensam för båda bolagen. Ett produktframtagningsprojekt kan drivas till hälften i Solna och till hälften i USA. Detta ställer stora krav på kommunikation och samarbete.



Figur 2. Projektorganisation

I projektstyrningsgruppen, som även är beställare av forskning, fattas beslut om att ta fram en produkt, utifrån forskningsresultat och andra krav. Om det är behövt gör man en eller flera kompletterande förstudier (Görbarhetsstudie). Det kan även gälla enskilda byggblock.

Man försöker i görligaste mån lyfta ut forskning från produktframtagning, som man vill se mer som en integrering av byggblock. I produktframtagningen vill man helst undvika att bryta helt ny mark. Tanken är att man inom forskningen dels skall bedriva grundforskning, dels studera olika byggblock.

Framtagningsprocessen har en kravfas där man mycket noggrant tydliggör vad det egentligen är som produkten skall klara. Efter review nr 1 finns en beslutspunkt om man skall fortsätta framtagningen. Före review nr 1 görs en preliminär systemering; går det här verkligen? Finns det någon lösning som skulle motsvara krav, tid och kostnad?

I designfasen (i projektfas) driver man utvecklingen tills man visat att allt fungerar. Tyngdpunkten på verifiering av konstruktion och produktionsprocesser skall ligga här. Konstruktörerna deltar aktivt i testningen tillsammans med produktionstekniker för att lyfta upp allas förståelse för helheten. Det finns ingen separat testavdelning som verifierar konstruktionen.

Under projektfasen görs förutom konstruktionen av produkten även förberedelser för marknad, konstruktion av produktionsprocess, packning, m m, parallellt – Concurrent Engineering. Man vill undvika alla överraskningar i slutet, öka effektiviteten samt förbättra kvaliteten.

Prototyper används främst i genomförandefasen för att testa funktion, konstruktion, utvärdera fixturer och tillverkningslinan.

Under kvalificeringen sker en mer oberoendeinriktade tester och systemtester. Det innebär en ny fas, med en högre nivå av objektivitet. (Det är lättare att var objektiv då produkterna skall inplanteras i en människokropp). Motivationen att finna fel tidigt är viktigt.

Projektorganisation

En projektledare utses (kan i princip tas från vilken avdelning som helst, intervjupersonen, Anders Fredricsson, har själv en bakgrund från produktionssidan) och sedan bildas det en projektgrupp. Där väljer man ut några människor från de olika avdelningarna, som bildar en kärntrupp. Det kan vara 5-6 personer ungefär. Det är dessa personer som tillsammans genomför kravfasen och tar fram kravspecifikationen.

Alla funktioner inom divisionen, skall vara representerade, produktionsavdelningen⁵, marknad, kvalitet, och utveckling.

Man försöker även se till att kärntruppens medlemmar är engagerade på heltid.

Stödet från linjen är avgörande om man skall lyckas eller inte.
Projektmedlemmarna representerar ju fortfarande linjen (avdelningen).

Det kan dyka upp en konfliktsituationen om linjeverksamheten ser projektet som en underordnad verksamhet, att produktframtagningen är några som arbetar isolerat för sig, speciellt om den finns lokaliserad någon annanstans. Det gäller att finna en bra balans mellan projekten och linjeorganisationen.

Om linjen (avdelningscheferna) tappar intresset, och inte längre ser sig som beställare (genom projektstyrgruppen) är det mycket svårt att driva projektet framgångsrikt.

Det är viktigt att det finns en *intensiv* och *tät* kontakt med linjen, att projektet löpande stämmer av med linjen. Det är ju linjen som senare skall ta hand om produkten och förvalta den, ordna försäljning och stöd.

Projekten rapporterar löpande till projektstyrgruppen som består av olika avdelningschefer och divisionschefen. Projekten har idag inget separat belöningsystem, men hänsyn tas till arbetet i projekten vid t ex lönesättning. Här anser man att förbättringar kan göras för att höja motivationen.

Fördelen framför linjearbete för de som arbetar i projekt, är att mål är tydligare och lättare att mäta. Blir det ett bra resultat är det tydligt. Har man en projektgrupp som är ett fungerande team, är det lättare för individerna att se sin del. En mycket stor del i projektarbetet är att ge alla projektdeltagare en inblick i vad som sker i projektet och skapa möjligheter för individen att se sin roll i det. Då blir det automatisk återkoppling, som en sorts belöning, som inte handlar om pengar. Istället är det andra saker som är viktiga, som möjlighet att utvecklas, att ha kontroll över arbetet och att skaffa sig en helhetssyn och överblick.

Projektplanering genom problemlösning

De som deltar i projektet är med och gör tidsuppskattningar. Man arbetar baklänges från de milstolpar som måste mötas. Skulle man arbeta traditionellt och summera varje aktivitet som är nödvändig skulle det ta många år att ta fram en produkt.

⁵ Verkstadsfolk, produktionsteknik, komponentgrupp, felanalys & uppföljning. Komponentgruppen är normalt en del av utvecklingsavdelningen men flyttade från denna för att utveckla helhetsansvar över komponenter.

När det gäller tidsuppskattningar finns två varianter. Antingen vet man hur lång tid det tar och har gjort det förut, och kan spalta upp sin uppgift och kan tidsuppskatta det. Så är dock ofta inte fallet⁶. Då vänder man på det och utgår från när det måste vara klart. Detta diskuteras i projektgruppen, där alla är med och jobbar sedan med lösningar på hur man skall göra för att hinna. Man arbetar alltså mål/problemorienterat.

I en sådan situation visar sig styrkan i att ha lyckats få ihop en kärngrupp. Man knyter till sig människor med olika kompetens, ett slags kontaktnät till projektet, från början, som tidigt får information om vad som sker och kommer att hända framöver.

Det finns folk med från klinprovssidan och myndighetssidan, från produktion och produktplanering. I början gör man inga inköp, men inköparna är med ändå och ser sin roll. De vet att de kommer in senare, och att de får alltid information i början.

I en situation där man t ex diskuterar hur man uppnår ett visst mål, att ta fram en del av produkten till en viss tidpunkt, kan det i en sådan sammansatt grupp komma upp en mängd erfarenheter som:

"När vi hade gjort det här sist snurrade det runt, så låg det på vårt bord och sen .. och till slut kom det till planeringen, och då sa dom att det var fel, och omsväng, omsväng, omsväng..."

Tanken är att man ordnar ett informellt möte med dem som måste vara med och besluta om en detalj. När dessa utpekats, kan man sätta sig i projektrummet och analysera problemet. Orsaken till att det tidigare tog lång tid är ofta att man helt enkelt inte varit beslutsmässig i gruppen.

Kärngruppens beslutsmässighet är i mycket beroende av det stöd man har från linjen. Har inte människorna i kärntruppen eller i delprojektgrupperna förtroende och befogenheter kan vissa aktiviteter ta mycket lång tid på grund av bollande fram och tillbaka och det hämmar diskussionen i projektgruppen. Det är viktigt att linjen stödjer projektdeltagarna och litar på dem, vågar delegera till dem. Detta är nyckeln.

Om linjeförföraren inte vågar delegera fungerar det inte. Projektdeltagarna måste ha mandat att fatta beslut i projektgruppen. Det behöver inte betyda att projektdeltagaren måste veta allting. Det kan räcka med att skaffa information, stämna av med sin linjeförare och sina kollegor, etc.

⁶ Detta visar att projektstyrning av produktframtagning inte är ett planeringsproblem.

Allt detta är en mycket viktig nyckelfråga anser man. Linjechefernas roll som "supporters" är mycket viktig.

Målet är att projektets kärngrupp får större befogenheter att fatta beslut. Idag har man flera godkännanderundor, något som man vill minska.

Konflikthantering genom tydligare målstyrning

De dokument av typen specifikationer som tas fram skall godkännas av linjefunktionerna. Där måste man på något sätt komma fram till en gemensam standpunkt. Lyckas man inte med det internt i projektgruppen, eller mot linjen, eller om det dyker upp problem så att kraven inte kan uppfyllas, så måste man stämma av mot beställarfunktionen (projektstyrningsgruppen).

Internt i gruppen är det bästa sättet att hantera olika designkonflikter att ha en tydlig målstyrning, där man har klart för sig vad man skall göra. Det kan även finnas prioriteringar där en viss produkt skall ha en viss funktionalitet inom vissa kostnadsramar. Men där t ex kostnaden är viktigast, något som kan stå i kravet. Prioriteringar är ett sätt att delegera och ge projektgruppen större befogenheter, att kunna ta snabba effektiva beslut utan att alltid behöva fråga uppåt.

Det är viktigt att ta fram goda produktkoncept som kan hålla samman produkten till en helhet, vilket ger bättre grundval för diskussion av alternativa lösningar.

Målen är viktiga för styrning av gruppens arbete. Man försöker definiera dem så precist som möjligt.

Man har ingen specifik metod för att väga funktioner och kostnader mot varandra. Dock har man tittat på QFD. Man samlar även erfarenheter från marknadsundersökningar, konkurrensjämförelser och undersökningar av kundprioriteringar.

Projektgruppen har ett mål och rapporterar hela tiden till projektstyrningsgruppen. Man har veckomöten där representanter för ledningsgruppen är med liksom produktionsteknikchefen (inom avdelningen produktion). Projektgruppen rapporterar avvikelser och problem som den inte kan hantera, eller för olika designkonflikter till beslut. Projektet är beroende av att beslut fattas snabbt i sådana frågor, vilket fungerar som stöd för projektledaren.

Projektledarens roll

Projektledaren har framförallt rollen som administratör, koordinatör och lagledare. Inflytande på produktens utformning vinnes framförallt genom yttre krafter från marknadssidan. Projektledaren skall hålla ihop gruppen, skapa gemensamma mål, motivera, fungera som lagledare, få in folk och få gruppen

att fungera. Rapporteringsfunktionen är viktig för ledningsgruppen. Det skapas intensiva kontakter med ledningsgruppen genom veckomötena.

En typisk projektstorlek är ett 20-tal medlemmar, varav ca 10 heltidsarbetar kontinuerligt. I projektet finns en kärntrupp på 5-6 medlemmar från olika avdelningar och ett antal arbetsgrupper knutna till kärntruppen.

Det svåraste i att vara projektledare är att skapa en balans för en detaljerad tidplan och att sätta upp mål, att få in alla funktioner och få dem att se sin roll, att få balans i styrningen och hantera tidsplanering kontra effektivitets-synvinkel, samt svårigheterna att verkligen uppskatta tid för olika aktiviteter. Inte minst är det svårt att få ett positivt stöd från linjen, att undvika konkurrenssituationer.

Produktutveckling är inte ett planeringsproblem. Det löser man inte genom att sätta sig med Microsoft Project. Det handlar om att våga släppa kontrollen. Linjen måste vara med och stödja, måste se möjligheter att nå ett mål. Målen är övergripande och ännu ej formulerade på detaljnivå. Målen behöver detaljeras och ses över under projektets gång, vilket görs successivt med avstämning mot de övergripande målen.

Parallell utveckling av olika byggblock i ett pacemakersystem

Ett pacemakersystem består av en programmer för att programmera pacemakern, själva pacemakern som opereras in under huden på patienten samt en elektrod som ansluts mellan pacemakern och hjärtat.

Ett produktframtagningsprojekt kan omfatta alla ovanstående delprodukter eller en delmängd. Det är dock viktigt att alltid utgå från helheten och systemera utifrån hela produktsystemet.

I utvecklingen av en ny programmer ingår mycket programvaruutveckling. Denna utgör en plattform där successivt nya pacemakermodeller kan läggas till m h a nya programvarumoduler. Programvara till programmern utvecklas samtidigt med pacemakern. Gränsnitten mellan programmer och pacemaker fastläggs preliminärt i kravfasen. Bl a är det viktigt att veta hur informationen skall överföras mellan pacemakerelektroniken och programmern, vilka register som skall användas och hur, vilken funktionalitet och vilka sekvenser. De som utvecklar programmern kan börja förbereda sig tidigt genom att arbeta på en preliminär specifikation.

Sedan kraven spikats i kravfasen vidtar systemering av pacemakern där de olika byggblocken tidigt definieras liksom de nyckelkomponenter som finns i dem. Man väljer ett antal nyckelkomponenter att fokusera på.

Om en pacemaker består av ett antal byggblock som hybrid, innermodul, kapsel och batteri, så skulle vi behöva vänta på att designen av hybriden är helt färdig innan vi kunde bestämma dess utrymme i innermodulen. Denna design kan ta oerhört lång tid att göra och därmed kan hela utvecklingen dra iväg tidsmässigt.

Istället gör man på annat sätt för att parallellisera utvecklingen av olika byggblock. I systemeringen uppskattas hur stor hybriden blir med viss marginal. Detta gör att designen av innermodul kan påbörjas samtidigt med design av hybridkrets. På liknande sätt kan man göra med andra byggblock. Kanske visar det sig att man kan göra en ännu mindre hybridkrets, men så länge pacemakern motsvarar marknadskravet görs ingen sådan optimering.⁷

Det är alltså viktigt att lägga fast ramarna tidigt för att åstadkomma en parallell design av hybrid, innermodul och kapsel.

Nyckeln är att arbeta med uppskattningar och att inte optimera mer än kraven, d v s att fokusera på att åstadkomma rätt kvalitet.

Det görs också tidigt i förstudien preliminär bedömning av dimensioner. Man vet t ex att det tar lång tid att få fram vissa komponenter, som nytt batteri eller design av integrerade kretsar.

Projektgruppen presenterar hela tiden alternativa lösningar, t ex att ta något redan befintligt och rucka på kravet eller beställa något som bättre klarar kraven men till högre kostnad.

I utvecklingen av de senare produkterna har man skaffat sig ett nytt byggsätt. Förändringen i byggsättet, från mer hantverksmässig design till modulärt byggsätt, har tagits från en systerprodukt. Själva specifikationen och konstruktionen är naturligtvis annorlunda. Man har även tagit mycket funktionalitet från systerprodukten. Kraven på vissa byggblock är ungefär desamma. Dem har man övertagit. Den elektroniska designen är sedan länge modulärt uppbyggd och i den nya designen har man lagt till nya byggblock.

Det modulära byggsättet gör det lättare att bedöma konsekvenser, i jämförelse med det tidigare hantverksmässiga sättet att bygga, då allting hängde ihop.

Man är inne på att utveckla samarbetet med underleverantörerna. Tidigare ville man ha flera alternativa underleverantörer, men utvecklingen går numera mot att man har några nyckelleverantörer med olika slag av utvecklingssamarbete.

⁷ En sådan optimering skulle kräva en mer sekventiell design, vilket i sin tur skulle kunna innebära att man inte kunde uppfylla krav som kostnad och tid.

T ex vill man lägga ut ett kvalitetsansvar på underleverantörerna för att uppnå bättre slutkvalitet.

Man ställer hårda krav på underleverantörerna, liksom det finns hårda myndighetskrav på företagets produkter och deras processer. Det kan vara krav på kravspårbarhet och fungerande kvalitetssystem.

Kvalitetsfrågor är avgörande. Speciellt i USA är kraven mycket höga för att få sälja implanterbara medicinska produkter. Trenden i Europa följer utvecklingen i USA. Betoningen på kvalitet upplevs ändå konstruktiv. Man satsar hårt på att allting skall bli rätt.

Kravhantering

Man betonar vikten av att göra så noggrann kravspecifikation så tidigt som möjligt och att inte lämna sådant som man redan kan bestämma till senare tillfälle. Det är viktigt att definiera kraven på ett så tidigt skede som möjligt för att upptäcka eventuella konflikter så tidigt som möjligt. Vissa saker kan man naturligtvis skjuta på, som t ex noggrannhet hos vissa komponenter, då det kanske inte finns krav på den. Det gäller att ställa kraven på rätt nivå och på det sättet ge frihetsgrader.

Det är viktigt att skilja på funktionskrav och konstruktionslösningar.

Det handlar om att våga bestämma vad man vill för att undvika att å ena sidan överspecificera produkten och å andra sidan inte lämna något viktigt ospecificerat.

Målstyrning

Målstyrningen är central på Siemens Elema. Från utvecklingen av en affärsstrategi utformas de övergripande målen. Därefter bestäms strategiska mål och val av nyckelområden att arbeta med. Detta sker efter viss metodik. Man gör nulägesanalys, studerar styrka, svagheter, möjligheter och hot. Målbilden bryts sedan ned i en handlingsplan.

Detta görs från divisionsnivå ned till projektnivå.

Projektet har ofta tre slag av mål: tids-, kostnads- (budgetkostnad, produktkostnad) och specifikationsmål. Mätbara mål i tider, milstolpar, en målstyrd projektstyrning (aktivitetsstyrning).

Man eftersträvar att varje aktivitet i projektet skall vara knuten till ett mål. För att avgöra om man är klar med en aktivitet måste man stämma av mot ett mål. Man bygger upp en målstruktur som fungerar som kvalitetssäkring. Det är viktigt att veta när man uppnått rätt kvalitet och när man uppfyllt övergripande mål. För detta saknas dock verktyg.

Ibland kan prioriteringar ändras, man blir av med resurser. Från projektets sida är det ett problem att hålla motivationsnivån uppe, vilket ibland kan leda till en aktivitetsförlust som inte går att hämta igen. Ledningen är dock medveten om detta. Därför håller man på mycket med målstyrning. Utgår man från de strategiska målen medger det bättre och säkrare planering. Genom målstyrning ökar chansen att ett projekt man startar går till lyckligt projektslut.

Kan man med tydliga mål starta någonting och genomföra till slut är det bättre, den totala effektiviteten blir då större, istället för att ständigt ändra prioriteringar på projektnivå. Detta kostar mycket i effektivitetsförluster, med omstarter där nya personer skall sättas in i arbetet och motiveras.

Produktframtagningstid

Produktframtagningstiden är i allmänhet 1-2 år. En definitionsfråga. Om man inte hade en ordentlig forskningsbank, utan byggde på idéer, fick man forskning och utveckling i samma projekt. Detta leder ofelbart till att projekttiden drar iväg. Ett bra förarbete i förstudier är viktigt, liksom att bygga upp en forskningsbank med väl underbyggda idéer. Detta är centralt för att kunna göra prognoser och tidplaner som håller.

Framtagningstiden beror naturligtvis också på om det finns färdiga komponenter eller delkomponenter att köpa.

Här skulle man kunna tänka sig ett ekonomiskt risktagande genom att låta underleverantörer ta fram komponenter som skulle kunna användas i framtida produkter. En form av strategiska ekonomiska risker för att göra det möjligt att korta ledtider på komponenter som man inte kan påverka själv, utan där man är i händerna på underleverantörer.

Den andra flaskhalsen ligger i prioriteringen mellan olika projekt, mellan olika produktframtagningsprojekt och linjearbetet. Linjearbetet innehåller också, förutom ren drift med tillverkning och försäljning, utveckling av metoder, t ex produktionsmetoder, översyn av kvalitetssystem och arbetssätt.

De amerikanska myndigheterna har höjt kravnivån. Egentligen inte på kvaliteten, utan mer på den administrativa dokumentationssidan. Vi har lagt ned stort arbete på att anpassa oss till denna kravnivå.

Integrering av konstruktion och produktion

Överlämnandet av resultat mellan olika projektfaser sker successivt från konstruktion till produktion. Produktionsfolk är med tidigt och överlämnandet sker efter en viss trappstege, från design och prototyp (genomförandefas), pilotserie (under kvalificeringsfasen) till produktionsserie. Produktionsfolk har ofta synpunkter relaterade till tillverkning tidigt i genomförandefasen.

Man använder ingen specifik metod för att göra saker produktionsvänliga, men man arbetar mycket med att tidigt knyta produktionsfolk till projektet. Personal från *alla* olika funktioner i företaget: utvecklare, marknad, produktion, kvalitet och ekonomi, jobbar oerhört tätt då dom har ett uppdrag tillsammans. Tanken har även varit att man kan dela på arbetsuppgifter, produktionsteknikfolk kan göra vissa konstruktionsbitar och konstruktörerna skulle kunna hjälpa till med produktionsfrågor. Detta gäller såväl inom mekanik- som elektronikområdet.

Om man har kravspecifikationen och vet vilken funktionalitet som krävs kan man förbereda de testsystem som behövs för verifiering och för produktion redan från början. Visionen är att när konstruktionen kommer skall testsystemet (plattform och verktyg) vara färdigt, sen kan man hjälpas åt i produktionssättningen, felsökning, etc. Konstruktörer kan använda testsystemet för sin verifiering. Testsystemet blir en plattform att mötas på för konstruktörer, testare, kvalitetspersoner och personer från produktion.

Systemet skall löpa smärtfritt och kontinuerligt, och på det sättet korta ledtiderna.

Strategi för införande

Man har hållit på i ca 5 år och det nya arbetssättet har successivt vuxit fram efter vad man lärt sig i projekten. Tidigare arbetade man mycket mer sekventiellt. Utvecklingsavdelningen gjorde någonting och när man var klar ringde man i princip till produktionsavdelningen: "Nu kommer en ny produkt!"

Man kan säga att bakgrunden till införandet av det nya arbetssättet var en kombination av krav utifrån på kortare ledtider, att det uppstod många produktionsstörningar, tillsammans med successiva projekterfarenheter och besvikelse över tidigare arbetssätt.

Drivkraften har i första hand kommit från projekten eftersom ansvaret att hålla nere ledtiderna legat på projekten. Kravet har legat hårt på att hålla tiden. Höga krav har också ställts på att projekten skall bevisa att produkterna är bra och att de går att producera i större volym. I projekten har drivkraften funnits att förbättra arbetsmetoderna genom kontakter tvärs över organisationen för effektiva lösningar.

Parallellt har det satts upp mål för effektivisering på ledningsnivån. Idag är man inne i ett aktivt upparbetande av de nya rutinerna, att konsolidera det nya arbetssättet.

Ledningskrav och intresse finns. Idag finns det uttalade mål från ledningen att man måste arbeta över gränserna. Ledningen är idag väl införstådd med nya strategier för produktutveckling, nya koncept, som t ex *Concurrent Engineering*. Bland annat uttrycks det i Pacemakerdivisionens kvalitetspolicy:

”Vi skall överträffa kundernas förväntningar på effektivaste sätt genom allas medverkan”.

Om motivation, attitydförändringar och initiativ från början kommit från projekten, är det idag affärsmässigt sett fråga om överlevnad. Så såg man inte på det för fem år sedan. Man såg att tidplanerna gled, men inget gjordes. Många var frustrerade över det sekventiella arbetssättet, över de fel som uppstod, etc. Projektgrupperna kom fram till att det är viktigt med kontroll över arbetet, att ha arbetsglädje och att kunna fatta beslut för att uppnå effektivitet.

Nyckeln till framgång heter motivation. Produkterna man arbetar med är i sig motiverande och många har sökt sig till branschen medvetet. Detta underlättar avsevärt, men får inte utnyttjas på fel sätt. Många vill få ut mer av sitt arbete än lönen, vill ha ”roligt” på jobbet.

Historiskt sett finns det kulturella skillnader mellan olika avdelningar i divisionen. Det finns ett konfliktområde, det klassiska mellan produktionsavdelningen och utvecklingsavdelningen. Det sitter fortfarande i ryggraden hos folk att konstruktionen inte tar ansvar om det inte fungerar och skickar vidare till produktionsfolk som får massor av problem. När de får problem har de ingen att fråga för då håller konstruktörerna på med något nytt. Fördomen är att konstruktörerna bara vill hålla på med nya saker, produktionen bara härjar och gnäller.

Det duger inte att konstruktörerna bara jobbar med nya lösningar, man måste få dem att se helheten. Det räcker inte bara att man följer upp 5 st produkter utan konstruktionen skall hålla för att tillverkas i stora volymer. Viktigt är även att få alla att tänka mer långsiktigt, att lyfta näsan över ytan.

Datorstöd

Datorstöd är inte något man fokuserat speciellt mycket på. En IT-strategi finns dock fastlagd.

Ett behov som man har identifierat är ett stöd för att föra loggbok över beslut och bedömningar under projektets gång. Hur kom man fram till ett visst beslut, ett visst resultat, hur kom man dit, vilka problem uppstod? Det är viktigt att projektet tvingas ta hand om alla problem så att de inte blir hängande i luften. Det betyder att det finns ett behov av ett problemlösningssystem som även kan hantera icke-planerade problem och händelser.

Ett nyckelområde i framtiden är olika stödverktyg. Det första steget har varit att göra arbetet hanterbart. Sedan behövs verktyg för att förenkla, underlätta och vidmakthålla det nya arbetssättet, speciellt vid större projekt med distribuerad utveckling, då komplexiteten i informationshanteringen ökar drastiskt.

Produktdatahantering

En produktionsdatabas finns med tillverkningsunderlag och ritningar. Men krav och systemspecifikationer på utvecklingsidan är det sämre med. Inom produktionen kan spårbarhet på individnivå hanteras liksom tillverknings-satser, konfigurationsstyrning av verktyg och vem som gjort jobbet.

Produktdatahanteringen är inte så utvecklad på utvecklingsidan, med manuell hantering innan man kommer till tillverkning. Behov av automatisering av produktdatahanteringen finns alltså. Speciellt viktigt är att koppla ihop konstruktionsunderlag med produktionsunderlag och vidare till underhåll.

6. Instrumentutveckling vid Pharmacia Biotech

”Det finns inte en chans att man skall kunna få vettiga synpunkter på en kravspec på 100 sidor”

”Långa ledtider på grund av dåliga underlag”

”Design för service och marknad”

Bakgrund

Pharmacia Biotech ingår i Pharmaciakoncernen. Pharmacia Biotech säljer instrument, kemikalier och kunskap till biokemisk forskning och biokemisk produktion. Man säljer med andra ord även till läkemedelsföretag som är konkurrenter till Pharmacia.

Biotech omsätter ca 3 miljarder varav 97% på export. Fram till slutet av 60-talet var man främst ett kemiföretag. Då började man göra en del mekaniska konstruktioner och även att konstruera processstyrda system. Instrumentsidan har vuxit mycket de senaste 20 åren.

Största marknaderna är Japan och USA. Man gör produkter inom kromatografi från system på mikroskala (på nanogramnivå) upp till produktionsanläggningar som producerar kilovis med substans på årsbasis. Det finns även en stor marknad inom analytisk kromatografi, där man använder kromatografi som analysdel. Men huvudinriktningen för Biotech är rening (purification).

Det nyaste området är molekylärbiologiska system, där man sysslar med två saker, analys av DNA och syntes av DNA.

På preparativ kromatografi är man världsledande, inom elektrofores är man en dominerande aktör. När det gäller analys av DNA finns det i princip två företag i världen, Biotech och ABI i USA. Det senare är något större än Biotech.

De typiska kunderna är forskare på universitetslab och institutioner, industriella forskare och industriell produktion (läkemedelsproduktion). Så t ex tillverkas i stort sett all insulin i världen med Biotechs apparatur och kemikalier.

Man har en fabrik i Umeå för instrumentproduktion med ca 300 kollektivanställda. Forskningsorganisationen är förlagd till Uppsala och Milwaukee, USA.

På instrumentsidan är mekanisk konstruktion, elektronik och programvaruutveckling ungefärligen jämbördiga i storlek. Inom Kemi är en ansevärd del av personalen disputerade (20-30%), inom instrument (mekanik: huvudsakligen fackskola och gymnasium, elektronik: hälften gymnasieingenjörer och hälften civilingenjörer, programvara: 73% civilingenjörer eller högre och resten gymnasieingenjörer.)

Organisering av produktutveckling på instrumentsidan

Före förstudien finns det en idéfas. Det börjar oftast med att marknadsorganisationen ser ett kundbehov. Det kan vara ett helt nytt behov eller ett behov som kan tillfredsställas genom vidareutveckling av en äldre produkt.

Forskningsavdelningen deltar i framtagning av offertförfrågan. Ansvaret för den första fasen ligger på beställaren, d v s marknadsorganisationen. Beställaren kan begära resurser från forskningen.

Framtagen offertförfrågan går till utvecklingsorganisationen, innehållande önskad funktionalitet, kostnad, marknad och leveranstidpunkt.

Forskningsavdelningen tillsätter en utredare. Han tar fram en offert som innehåller preliminär kravspecifikation, tidplan och kostnad. Efter detta kan forskningsavdelningen få ett uppdrag.

När forskningsavdelningen fått en beställning kan ett utvecklingsprojekt starta. Det är uppdelat i tre faser, förstudie, förprojekt och projekt.

Förstudien syftar till att fastställa att den valda vägen är framkomlig. Där undanröjer man t ex tekniska risker, gör grundläggande konstruktionsarbeten och planerar projektet.

Förprojektets mål är att bygga en första prototyp för att bättre kunna fastställa tillverkningskostnader och inte minst för att fastställa kravspecifikationen. Denna läses vid övergången från förprojektet till projektfasen. Efter detta ändras inte kravspecifikationen såvida inte beställaren godkänner det. Från denna övergång låser forskningen sitt åtagande om leveranstidpunkt. Man anser sig inte kunna låsa en leveranstidpunkt utan en färdig och fastslagen kravspecifikation.

Produktionsfolket kopplas in i förstudien, men det är i slutet när man gör produktionsförberedelser och tar fram sk 0-serier som de på allvar kommer in. Ansvaret ligger fortfarande på forskningen tills man kör produktionsserien.

Seriestorlekarna på instrumenttillverkning varierar ganska mycket, från 50 till 5000 per år.

Projektorganisation

Ett typiskt projekt innehåller ett eller flera instrument. Oftast ingår inbyggd programvara och/eller separat PC-baserad programvara. Det ingår normalt kemiutveckling och applikationsutveckling, och det kan finnas regulatoriska aspekter. Så t ex ställer FDA i USA (Food and Drug Administration) krav på hur utvecklingen skall gå till, krav på spårbarhet, att varje krav i kravspecifikationen har sin motsvarighet i konstruktionen och i ett verifikationsarbete. Varje förändring i kravspecifikationen under projektets gång måste spåras till ett beslut av någon som har befogenhet. I stort sett kan man säga att man klarar FDA:s krav om man är certifierad enligt ISO 9001.

Man utser en projektledare bland personer som är projektledare. Det är en administrativ tjänst, projektledaren konstruerar normalt ingenting. Projektledaren bestämmer vad som skall göras, medan linjen står för hur lösningarna skall se ut. Beroende på produkten behövs ett antal olika yrkeskategorier: mekanik- och elektronikkonstruktörer, programmerare, kemister, applikationskemister, marknadsfolk för manualer och lanseringsstöd m fl.

Projektledaren rapporterar till beställaren en gång i månaden. Ett ganska stort projekt kan omfatta 20-80 personer/år. Det finns en projektstyrgrupp inom varje affärsområde. Denna grupp tillsätter projekten, kan ändra förutsättning och ändra kravspecifikationer.

Man försöker undvika att flytta personer mellan olika projekt under projekts gång. Hellre anlitar man då konsulter i det nya projektet.

Man är lojal mot projekten. Linjen har funktion att tillhandahålla resurser och kompetens. Konflikter kan uppstå om man har en linjefefer som har egna idéer och inte förstår linjens roll. Om linjefeferen förstår att linjens enda existensberättigande är att ge service till projekten uppstår inga problem. Detta har mycket med linjefeferens grundinställning att göra.

I vissa projekt är projektledarens status och löneläge fullt i klass med vissa linjefefer. Men det finns stor spännvidd beroende på projekt. Det är möjligt att göra karriär som projektledare. Man brukar säga att man har en balanserad matris. Man anser att man har rätt optimal balans, vilket är viktigt för ledtiderna genom att korta beslutsvägarna och ge ett bra stöd för projekten, såväl kompetens- som resursmässigt.

Bemanning över tiden

Man eftersträvar jämn bemanning under projektets gång. Under förstudie och förprojekt bygger man upp bemanningen, sedan eftersträvar man en jämn bemanning. Tidsmässigt är förstudie och förprojekt tillsammans lika långa som projektfasen sedan kravspecifikationen har fastställts. Typiskt är att förstudie och förprojekt tar ca ett år och konstruktion ett år.

Stor möda läggs ned för att ta fram en bra kravspecifikation

Den kreativa fasen är under förstudie och förprojekt. Genom att lägga ned så pass mycket tid på dessa tidiga faser får man god kvalitet på specifikationerna. Man har med folk som vet hur produkten skall användas och vad den skall användas till och folk som skall ha det marknadsmässiga ansvaret ute på de regionala marknaderna (Europa, Amerika och Japan) samt applikations- experter och ett antal nyckelkunder som är s k förprovare (beta sites). De sistnämnda granskar kravspecifikationerna och de prototyper som tas fram i förprojektet, speciellt vad gäller programvaran.

Man får bättre specifikation och acceptans för konceptet ute bland de framtida kunderna. Om strategiska kunder som har ett stort inflytande får vara med och ser att deras åsikter blir beaktade är det större chans att de accepterar konceptet, för det vidare och kommer att tala väl om produkterna. Speciellt viktigt är det att få med s k trendsetters eller s k gurus.

Prototyper är centrala för framtagning av en bra kravspecifikation

Det är mycket liten chans att få några vettiga synpunkter från slutanvändare på en kravspecifikation på ca 100 A4-sidor, vilket är normalt för en programvaruprodukt. Speciellt inte hur produkten är att arbeta med. Det enda man kan säga är om den gör rätt saker. Man kombinerar alltid kravspecifikationen med en s k MMI-modell (Man Machine Interface model – beskriver interaktionen mellan människa och maskin) som implementerats i ett prototypverktyg som t ex Visual Basic.

Kravspecifikation och MMI-modell utvecklas iterativt under förprojektet till ganska hög detaljeringsnivå. Alla menyer och fönster finns med och det finns en simulerad funktionalitet så att det är möjligt att föreställa sig hur det kommer att vara att arbeta med produkten. Prototypen är central inom förprojektet. Framtagning av prototyper även för programvaran har blivit mycket vanligare tack vare att det kommit nya verktyg som gör det enkelt att göra prototyper till en rimlig kostnad.

Projektledaren är ansvarig för kravspecifikationen. Linjen bemannar projekten med kompetent personal som sedan löser det tekniska.

Konstruktionsfas (programvara)

Parallellt med elektronik- och mekanikkonstruktion görs programvarukonstruktion. Programkoden i de MMI-prototyper man gjort återanvänds inte i den ”skarpa” implementeringen. Den egentliga konstruktionen börjar med att skapa en System Design Description (SDD). Det är en beskrivning på hög nivå av hur systemet skall implementeras och modulariseras. Normalt finns det en systemdesignansvarig som är en av de mer kvalificerade programmerarna. SDD:n granskas av en grupp och skall godkännas. SDD:n bryts ned i ett antal Module Design Descriptions (MDD) som programmerarna normalt skriver.

Dessa granskas också. Man skriver ett MDD-skelett så långt det går innan man skriver kod. Därefter uppdateras MDD:n. Det sker också slumpvis granskning av kod.

Programmerarna skriver en modultestplan som granskas och godkänns. Programmeraren kan sedan exekvera denna modultestplan. Detta är kanske lite oortodoxt och bryter mot principen att tester alltid skall göras av oberoende personal. Men det är ett sätt att få programmerare att ta större ansvar för sitt jobb, vilket också är i linje med modernt kvalitetstänkande.

Det skall finnas en Integration Test Plan (ITP). Ansvaret för den ligger på normalt samma person som är ansvarig för SDD:n. Den kan se olika ut beroende på omfattning av programvara. Gruppen som sådan kan göra integrationstestet. Så långt har ansvaret legat på utvecklingsavdelningen. Det egentliga eldprovet är om produkten stämmer överens med kravspecifikationen. En produkttestplan (PTP) skrivs av någon utanför projektet, ofta av någon kvalitetsansvarig. Den kan göras så fort kravspecifikationen är gjord. Idealet är att PTP är identisk med kravspecifikationen, men med en extra kolumn som beskriver hur ett krav skall verifieras.

Under själva konstruktionsfasen (projektfasen) kan man i stor utsträckning köra parallellt sedan man slagit fast SDD:n.

Man lägger ned mycket arbete i början för att eliminera osäkerhetsfaktorer innan man går in i konstruktionsfasen.

Ledtider och strategiska planer

Man har starkt fokusering på tidsstyrning. Lönsamheten i ett projekt påverkas mycket marginellt om man satsar mer FoU-pengar på det. Som kontrast kan en sex månader försenad lansering innebära att man förlorar ett helt marknadssegment. Det är viktigt att man har framförhållning vad gäller strategiska produkter. Detta kan kompensera något längre utvecklingstid.

Inom vissa marknadssegment kan dock projektider på ett år vara för långa (t ex inom Molekylärbiologi).

Målet är att parallellt med produktutveckling ha utveckling av tekniska lösningar som finns "på hyllan" och som kan lyftas in tidigt. Det kan vara allt från kretslösningar, material, kompetens och kunskap om olika lösningar och tillämpningar.

Inget överlämnande mellan förstudie, förprojekt och projekt (konstruktion)

Samma personer gör de olika faserna, vilket leder till att man känner kravspecifikationen inifrån. Det finns företag som har folk som arbetar med den kreativa fasen och som sedan överlämnar till andra som tar fram produkten.

Detta arbetssätt tror man inte på inom Pharmacia utan ser till att samma personer arbetar i den kreativa fasen och sedan implementerar. Det är olika egenskaper i gruppen som kommer till användning i de olika faserna. Det är viktigt för motivationen att det faktiskt blir resultat som hamnar i lagret i tid och levereras till kund och att kunden blir nöjd.

Detta kräver även bredare kvalifikation inom gruppen, liksom väl fungerande samarbete.

Viktigt under den kreativa fasen är att man försöker få in information från så många ställen som möjligt, speciellt från kunder och de regionala marknaderna.

Fasen från färdig kravspec till färdig produkt (projektfasen) anser man sig ha god kontroll över och tror inte att det är där man kan kapa ledtider i första hand. Det är i de tidiga faserna och speciellt i idéfasen, där t ex en idé i värsta fall kan ligga i årtal om man inte har kontroll. Det bör finnas en *idéägare*.

Ett formellt förhållande mellan beställare och leverantör inom organisationen för att tydliggöra ansvar och förbättra offertunderlag.

De inledande faserna fungerade inte bra tidigare. Underlag var ofta dåliga vad gäller bl a marknadsbehov. En projektledare är kanske inte så bra på att uppskatta marknadsbehov. Det fanns kanske för dålig stringens i underlagen. Man ville tydliggöra att ansvaret låg på beställaren. Om det kommer en offertförfrågan som inte håller måttet skickar man tillbaka den till marknadsavdelningen. Man vill t ex veta varför vissa krav, som kommer att medföra merkostnad, är väsentliga.

Man arbetar hårt med granskningar av kravspecifikationer och att säkerställa tidplaner och kostnadsuppskattningar. Produktionskostnader skall t ex uppskattas med +/-10% noggrannhet. Då försäljningssiffror i värsta fall skilt sig med en faktor 10 mellan uppskattad och faktisk försäljning, börjar man fråga om man kan kvalitetssäkra även de delarna. Försäljningssiffror påverkar naturligtvis konstruktionen, speciellt genom seriestorlekarna.

Långa ledtider på grund av dåligt underlag

Dåliga underlag i de tidiga faserna ledde tidigare till att det var svårt att skriva en specifikation, åtminstone en som var stabil, vilket i sin tur ledde till att man fick göra ändringar i konstruktionslösningar, fick fördyringar och förseningar. Detta gjorde att man införde ett tydligare förhållande mellan beställare och leverantör. Man ville åstadkomma ett kontinuerligt flöde.

Design för service och försäljning

Inom mekanik har man tittat på DFA (Design for Assembly). Men man tyckte inte att det var generellt tillämpligt. Det är inte där man kan spara de stora pengarna i Pharmacia Biotechs produkter. Istället är det ”*Design for service*”

and selling” som är intressant. Det som kostar är säljmomentet och det som sker efter försäljning. Det finns en del aktiviteter inom detta område. Man tittar på tekniker för att diagnosticera system på distans. Man säljer numera serviceavtal, en verksamhet under uppbyggnad. Alltmer fokuserar man på produktens hela livscykelkostnad, vilket man inte gjort så mycket tidigare.

Integrering, produktion – konstruktion

Produktionen får preliminärutgåvor av produktstruktur, m m. Produktionen har insyn i konstruktionen, god kommunikation mellan produktion och konstruktion. Vid en given tidpunkt skall de ha allt underlag för produktion.

Underleverantörer arbetar på fastpris

Underleverantörerna arbetar i allt större utsträckning på fast pris med en viss funktion eller en viss modul. Tidigare satt ofta konsulter som resurskonsulter i projekten. 2/3 av all programvaruutveckling köps, ofta på fast pris. Det är bättre att köpa en given funktionalitet till en given kostnad än rena timmar. Det är svårt att bedöma att en viss konsult har högre timpris och påstår sig vara mer effektiv. Det finns inget sätt att kontrollera detta. Det händer även att konsulter sitter med i kravspecifikationsfasen om de besitter någon speciell kompetens.

Man satsar på en specifik kärnkompetens, framförallt applikationskunskap. Nästan alla programmerare har stått i labbet och slabbat.

Geografisk samlokalisering av projekt

Trots att det finns många olika yrkeskategorier i ett projekt finns det inga större kommunikationssvårigheter i de fall där man samlokaliserat. Det geografiska avståndet har oerhört stor betydelse för att få en projektgrupp att fungera.

Det affärsområde där relationen beställare och leverantör historiskt fungerat bäst är där marknadsavdelningen och forskningen sitter geografiskt närmast varandra. Man finns hela tiden tillgänglig för varandra. Forskning och utveckling får ett mer professionellt bemötande av beställaren.

Ju längre bort beställare och leverantör befinner sig från varandra desto större blir polariseringen mellan dem. Leverantören blir passiv och väntar på underlag och att leverantören skall uppfylla sina åtaganden. Beställaren blir mer och mer irriterad på att leverantören är en kravmaskin.

Lokalisering av projekt kan ske på olika sätt.

Projektgrupperna kan geografiskt samlokaliseras, d v s bereda plats på en våning för mekanik-, elektronik- och programvarukonstruktörer.

Ett annat sätt som man använt är att ha kvar sin geografiska lokalisering, men att man bygger upp så kallade War Rooms, där projektet har sin hemvist. Där finns all dokumentation och alla projektplaner och projektgrupperna och deltagarna har en naturlig plats att mötas på.

Det finns en nackdel med att geografiskt samlokalisera projektgrupper. I projekt som är väldigt långvariga uppstår ibland subkulturer, vilket leder till en försvagning i samsyn hur man ser på dokumentation, metodik, utvecklingsmodeller och företagsstandarder. De negativa effekterna kanske inte märks i det första projektet, men i de kommande.

Det är viktigt att hålla samman till exempel alla programmerare med dagliga informella kontakter för att uppnå en samsyn vad gäller arbetssätt och dokumentation och på det sättet få bättre resursutnyttjande.

Erfarenheten är att det är svårt att bedriva geografiskt splittrade projekt när det är mycket interaktion mellan uppgifterna. Det spelar då ingen roll om en konsult finns i Göteborg eller Estland. I de fall då man bedriver en mer geografiskt distribuerad utveckling är förutsättningen väl definierade och avgränsade uppgifter.

Datorstöd

All konstruktionsdokumentation i form av kravspecifikationer, SDD och MDD ligger på det administrativa nätverket. Det är väl reglerat hur man hanterar källkoder. Man har ett felhanterings- och ändringssystem. För versions- och konfigurationshantering har man manuella rutiner. Man skall ta in ett CM-verktyg under hösten. Det finns risk för fel som man vill eliminera. Kravspårbarheten sköts ännu i ett manuellt system. Man arbetar vidare för att förbättra denna.

7. "Rätt från början – det samlade greppet" – störningsfri produktion vid Siab

"Störningsfri produktion tillvaratar yrkesskickligheten och kompetensen hos alla i teamet.

Därmed kan vi minimera störningar i vår produktion, skapa delaktighet och engagemang hos alla.

Tar vi bort störningarna ökar effektiviteten, vi jobbar smartare utan att spika fortare, och vi förbättrar kvaliteten för oss själva och kunden."

Bakgrund

Påverkade av bl a ABBs T50-program och andra industrigrenars och företags effektiviseringsprogram och i skuggan av byggkrisen har byggföretag som Skanska och Siab startat effektiviseringsprogram. 1992 startade Siab ett internt ambitiöst förändringsprogram kallat "Rätt från början – det samlade greppet". Det är ett program som spänner över kundkontakter, anbudsprövning, starttillstånd, produktionstid, noll fel och inköp. Röd tråd i detta effektivitetsprogram har varit ett kvalitetstänkande från första kundkontakt till uppföljning och utvärdering av genomfört projekt.

För fem år sedan fanns det inte samma intresse för förbättringar. För fem år sedan var man tvungen att säga nej till jobb. Effektiviteten hade försämrats då man hade hur mycket jobb som helst med höga priser. Det var mycket dyrare per kvm att bygga.

Varje region uppmanades att genomföra ett förbättringsprogram. Stockholmsregionen valde att starta ett pilotprojekt som kom att gå under namnet störningsfri produktion. I andra regioner har man andra projekt och metoder. Det finns nu ett program för hur man startar och bedriver projekt i störningsfri produktion.

Syftet med projektet var att utprova metoder för att förebygga fel och störningar under byggproduktionen. I detta projekt samarbetade man med arbetsmiljöfonden i Stockholms län. Pilotprojektet kallades störningsfri produktion och tillämpades vid byggandet av Hästsportens hus på Solvalla.

Man gjorde en broschyr över pilotprojekt och beskrev försöksverksamheten. Hästsportens Hus var en totalentreprenad, men med en underleverantör som projektör. Kunden var med mycket och styrde arbetet.

I broschyren, som trycktes upp till alla som arbetade i hästsporten, beskrev man projektet :

”Störningsfri produktion tillvaratar yrkesskickligheten och kompetensen hos alla i teamet. Därmed kan vi minimera störningar i vår produktion, skapa delaktighet och engagemang hos alla. Tar vi bort störningarna ökar effektiviteten, vi jobbar smartare utan att spika fortare, och vi förbättrar kvaliteten för oss själva och kunden.”

(Siab, 1993)

Pilotprojekt – genomförande

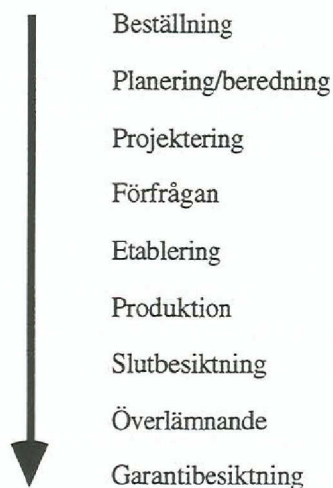
Man bildade en arbetsgrupp med dem som skulle engageras i byggprojektet för att bygga Hästsportens hus. Det var arbetschefer, platschefer, folk från inköp och planering, arbetsledning, utsättare och lagbasarna på kollektivnivån. De enda som inte var med var byggjobbarna eftersom de flyttade runt och inte var öronmärkta för bygget vid det tillfället. Arbetsgruppen bestod av 12-15 personer.

Man började med ett tvådagarsseminarium, där man gick igenom teori för att skapa en gemensam bas.

Nedbrytning av byggprocessen

För att få bättre grepp om byggprocessen gjorde man i ett par omgångar en nedbrytning av byggprocessen, till 3-4 nivåer, från beställning till garanti-besiktning.

En sådan nedbrytning på övergripande nivå kan se ut så här:



Det var relativt oklart mellan ”skråna”, vad man höll på med. Planeringen hade inte samma uppfattning som inköparna. Det blev ganska många diskussioner och det var inte alldeles enkelt. Inledningsvis anlätades konsulter med erfarenheter från andra industrigrenar och deras effektiviseringsprocesser. De deltog även till viss del under projektet för att stödja arbetet. Konsulterna deltog med sitt systemtänkande och kunnande om det grafiska språket. Men byggprocessen var de av naturliga skäl rätt okunniga om. Man arbetade sedan i olika arbetsgrupper på 3-4 personer. Det var inte alldeles lätt att komma fram till denna process. Deltagarna blev lite förvånade, eftersom man ansåg sig ha en rätt bra kontroll över vad man sysslade med.

Tanken var även att man skulle försöka att rationalisera byggprocessen genom att ta bort olika steg. Genom att detaljera analysen var det tanken att stryka vissa aktiviteter. Men detta visade sig svårt. Byggproduktionen är väldigt stabil, vissa moment måste göras och det går inte att hoppa över vissa moment. Däremot kan man korta ledtiderna genom att planera arbetet bättre och på det sättet effektivisera.

Efter denna nedbrytning valde man ut produktionsskedet, själva bygget. Det som sker innan som projektering, inköp, planering, är administrativa skeden som sköts inne på Siab från kontoret. Man fokuserade på produktionen av resursskäl. Tidsmässigt är byggproduktionen den längsta och även resursmässigt den största delen av ett byggprojekt.

Identifiering av delprocesser och möjliga störningar

Byggprocessen inom produktionen delades in i delprocesser. Dessa delprocesser analyserades utifrån möjliga störningar, där man såg risk att de skulle uppkomma. Detta baserades på hur huset såg ut, men även på erfarenheter från dem som var inblandade, som kom från olika byggen. Detta gjorde att det fanns stor erfarenhet i en sådan grupp. Det kan vara så att det finns med en person som har byggt Globen och en annan har byggt barnstugor och personer med erfarenheter från hela spannet mellan dessa. Denna erfarenhet från olika byggen har man inte tidigare utnyttjat i kommande projekt.

”Det här gick åt pipan och det gjorde det förra gången med!”

Men genom att få alla som varit med om dessa händelser att överföra sina erfarenheter, innan man satte igång bygget, skulle man kunna undvika många störningar.

Vad man gjorde i detta skede av projektet var att rada upp olika möjliga störningar, kopplade till de olika delprocesserna i produktionen på en övergripande nivå, t ex: byggstart, markarbeten, källarvåning, stomme täthus och stomkomplettering. Inom ramen för denna nivå gick man sedan igenom alla störningar.

Bearbetning av störningslista och förebyggande åtgärder

Efter upprättandet av sk störningslistor bedömdes kostnader och konsekvenser. Man bedömde även risktal. De med höga risktal sorterades ut och bearbetades ytterligare. För dessa utarbetades olika förebyggande åtgärder, men även kontrollplaner och checklistor. I denna del av arbetet använder man en sk FMEA-felanalys, eller feleffektsanalys⁸. Man gör gemensam bedömning och värdering av risker och rimliga åtgärder för att undvika potentiella störningar. Exempel på feleffektsanalys finns i bilagan.

Dokumentering av störningar under produktionsfas

Samtliga störningar under produktionens gång rapporterades. Samtliga Siabanställda, även de kollektivanställda, rapporterade störningar och gjorde FMEA. Totalt ca 25 man. Reaktionerna var överlag positiva.

På bygget skrev man på gula lappar om uppkomna fel och störningar. Dessa lappar följdes sedan upp av en person som kontaktade den som skrivit lappen för att få mer information. Denna information blev en störningsrapport, där man klassificerat störningen, angett var störningen uppstått i byggprocessen, byggdel och orsak till störningen. Även kostnad för rättande av fel angavs. (Se ett exempel i bilagan.) Denna rapportering fungerade bra (den måste fungera i en miljö utomhus under sträng kyla bl a) och uppfattades som positiv av byggnadsarbetarna. Ibland var det till och med så att man störningsrapporterade sig själv. Man lyckades undvika att störningsrapportering uppfattades som gnäll eller som kritik av den person som råkade ut för eller orsakade felet. Byggjobbarna drabbas av flest störningar men är endast orsak till en mycket liten del (ca 2 %). Man uppfattade att man lyssnade på dem och deras erfarenheter.

Se bilagan för ett exempel på en störningsrapport. Störningsrapporterna användes sedan för att följa felet till källan.

⁸ FMEA är en förkortning för Failure Mode and Effects Analysis (Bergman & Klefsjö, 1991) (Norell, 1992). Det är en metod för att i ett tidigt skede i produktutvecklingen hitta potentiella fel i en produkt eller i en produktionsprocess. Man kan alltså antingen fokusera på produkt eller process. I båda fallen bryter man ned produkten respektive processen i ett antal beståndsdelar och utifrån denna nedbrytning bedömer man potentiella felkällor. Man analyserar en felmöjlighet, dess effekter, dess orsak. Man bedömer även sannolikhet för att felet skall uppstå i en skala från 1 till 10, där mycket liten sannolikhet motsvarar 1 (1 på 10 000), 4 viss sannolikhet (1 på 1000) och 10 mycket stor sannolikhet (mer än 1 på 10). Man kan även på liknande sätt bedöma allvarlighetsgrad, sannolikhet för upptäckt. I Siabfallet gjorde man feleffektsanalys på byggprocessen, närmare bestämt produktionsprocessen. Felsannolikheten graderades från 1, 5 till 10. För varje feleffekt bedömde man felsannolikhet, kostnad (i tusen kronor). Genom att multiplicera felsannolikhet och kostnad fick man ett risktal som man använde för att rangordna felmöjligheterna. Till detta rekommenderades åtgärd för varje feleffekt. Se ett exempel i bilagan av en feleffektsanalys.

Uppföljning framtida projekt

När bygget var klart gjorde man sammanfattning och utvärdering av de förbättringar man åstadkommit.

Effekter

Ett viktigt resultat var ökat engagemang och delaktighet i bygget. Allt fler blev involverade i det förebyggande arbetet. Det finns nu ökad förståelse för att arbeta med att minska störningar. Många aktiviteter som tidigare ansetts vara nödvändiga har ifrågasatts och ses numera som störningar och som icke värdeskapande. Pilotprojektet har lett till större förståelse för helheten hos alla, kommunikationen på arbetsplatsen har förbättrats, alla är betydligt mer insatta i projektet. Man har skapat laganda och engagemang i gruppen. Det ökade informationsutbytet i projektgruppen och bygget har lett till ökad kunskap om och förståelse för byggets olika moment och aktörer. Det krävs tid för att få arbetssättet inarbetat, vilket inte alltid är enkelt att få gehör för.

Man anser att de mätningar som gjorts utsäger att det går att förebygga störningar i stor omfattning. Där man satte in åtgärder enligt listan, hade man nästan inga störningar alls. Det är naturligtvis mycket svårt att mäta effekten av förebyggande åtgärder. Men intrycket hos dem som jobbar med det här, är att aktiviteter där man hade förebyggande åtgärder har haft färre störningar, medan de aktiviteter där man inte hade så många förebyggande åtgärder haft fler. Detta är en allmän uppfattning bland dem som deltog i byggprojektet.

Enligt den rapport (Eriksson, 1993) som man lämnat till arbetsmiljöfonden uppgick de identifierade störningskostnaderna till nästan 10% av den totala kostnaden för nedlagd tid. Om de rapporterade störningarna hade kunnat undvikas skulle kostnaden för arbetstid blivit 17,6% under kalkyl. Dessutom menar man att de beräknade störningskostnaderna egentligen är alltför små.

En tredjedel av de identifierade störningarna under feleffektsanalysen inträffade. Detta beror på att förebyggande åtgärder gett resultat men även på att man inte kunnat förutse alla störningar. Detta senare beror på att de flesta störningar orsakats av markproblem, bristfällig projektering och samordning. Fel som uppstått under projektering skulle kunna minskas om man tillämpade störningsfri produktion även på de tidiga faserna genom preventiva åtgärder. Störningsförebyggande åtgärder måste kontinuerligt beaktas.

Genom identifiering och beräkning av störningskostnader har man ökat möjligheten att effektivare följa upp gentemot projektörer och leverantörer. Det blir även betydligt enklare att hävda ersättningskrav. Detta har lett till rent ekonomiska vinster. Leverantörerna har uppskattat den förbättrade uppföljningen. Man har visat stort intresse för att få information om konsekvenser av egna misstag.

Andra vunna erfarenheter

Utvidgning utanför produktion

De erfarenheter man gjort i pilotprojektet vid Hästsportens Hus försöker man utnyttja i andra byggprojekt för alla delar av byggprocessen, inte bara produktion, från beställning till garantibesiktning. Man kan t ex gå in i projekteringen och låta erfarenheterna gripa in då man ritar huset, i själva konstruktionsskedet. I detta arbete deltar alla, från arkitekt, konstruktör och olika fackområden som rör El, Rör, Ventilation, Styr&Reglerteknik, till landskapsarkitekt.

Nu utvecklar man störningsberedningen, i arbetsberedningen, i varje fas. Det är viktigt att kunna värdera störningarna tidigt i byggprocessen och vid anbuds-skeden då det är betydligt lösare ramar. Vad är det som kan gå fel? Vad är det erfarenhetsmässigt som kan gå fel vid denna typ av hus eller anläggningar? Speciellt vid projekteringen, eftersom fel på tidigt stadium blir dyrt om det inte rättas förrän långt senare.

Fel som har sitt ursprung i projekteringen orsakar nästan hälften av alla felkostnader. Detta baserar sig på egna erfarenheter och mätningar och en studie som gjorts vid Chalmers och en stor tysk undersökning. Man har även följt upp sina pilotprojekt där man rapporterat störningar, klassificerat dem (feltyp) och analyserat deras ursprung. I pilotprojektet hade man en stor mängd störningar som katalogiserats i ett register. Man kan där se hur stor del arkitekten har i fel och dessas kostnader, eftersom varje fel har en prislapp. En stor del ligger i projekteringen, både i totalentreprenader⁹ och generalentreprenader. I båda fallen är en stor del fel att hänföra till projekteringen, något mer vid generalentreprenad.

I en byggprojekt ingår olika kategorier, samt underleverantörer, vilket göra att det finns en stor felkälla i samspelet mellan olika yrkesgrupper, och även i det tidiga skedet mellan ingenjörerna. Ofta inträffar krockar mellan olika fackområden. Elsystemet ritas separat och arkitekten ritar rummet och här kan det uppstå konflikter.

⁹ Totalentreprenad innebär att Siab tar totalansvar för konstruktion och produktion. Vid generalentreprenad kommer kunden med ritningar och konstruktionslösningar som en konsult gjort tillsammans med kunden. Under totalentreprenad sker kontinuerlig dialog med beställaren. Vid totalentreprenad kan lösningen styras av hur man bygger huset. Det är inte alltid arkitekt eller konstruktör bryr sig om hur huset skall byggas. Man är mer mån om resultatet. Det kan få förödande konsekvenser i felaktiga lösningar, det blir svårt och dyrt att bygga. Vid totalentreprenad bygger man in produktionsmetoderna i lösningarna. Kanske använder man prefabricerade element för att bygga snabbt, eller för att få andra fördelar.

Det kan vara ett mycket komplext samspel mellan olika yrkesgrupper från arkitekter, till statiker¹⁰, elkonstruktörer, rör och ventilation samt styr & reglerteknik, innan produkten är färdig.

Detta sker varje gång. Man kan säga att man bygger en prototyp varje gång (om man inte bygger en miljon bostäder). Detta sker under hektiska förhållanden.

Parallell produktion och konstruktion

Det är möjligt att starta bygget innan ritningarna är klara och bygga allt eftersom ritningarna blir klara. Det resulterar ofta i att man pressar fram ritningar och då kan det uppstå krockar. Vid totalentreprenad behöver allting inte vara klart innan man börjar bygget. Våningsplan ett kan byggas då dess ritning är klar, men ritningen för våningsplan fem behöver inte vara klar.

Ofta tar beställaren risken att starta bygget i förväg. I detta sammanhang kan man utnyttja det hjälpmedel som man provat i projektgruppen. Då kan man redan tidigt sätta samman en projektgrupp, med arkitekter och konstruktörer, så att de kan prata ihop sig. Man kan identifiera möjliga fel och störningar, kritiska punkter, hur man kan lösa dem och vilka erfarenheter det finns för att lösa dem. Detta gör man genom att utnyttja projektgruppens erfarenheter. På så sätt kan man förebygga fel på ett tidigt stadium, speciellt undvika de stora störningarna som ofta beror på ett fel som uppstått i ett tidigt skede.

Uppföljning och erfarenhetsåtervinning av pilotprojekt

Man har haft träffar med arkitekter, konstruktörer för att berätta om erfarenheter från pilotprojektet. De fel och störningar som uppstått i produktionen av Hästsportens hus har rapporterats till felkällan, så att de får återkoppling med de misstag och fel de gjort. Så t ex har arkitekten fått kanske 150 punkter som de kanske delvis känt till tidigare, men mycket har de inte känt till eller värderat väldigt lågt och tror att de ordnar till det på bygget. Men det har kostat mycket pengar. De får en återkoppling i mer organiserad form. Traditionellt har man träffats sedan bygget är klart och slagit sig för bröstet; vad bra vi var. Det svåra är glömt i ett sådant skede.

Ju längre ifrån processen man kommer desto svårare är det att föreställa sig den och därmed ökar också risken för fel. Konstruktören har ju ingen kontakt med bygget, speciellt vid generalentreprenad. Han som ritat får komma när bygget är klart. Han får ingen återkoppling. Byggjobbaren får inte tillfälle att påpeka

¹⁰ Arkitekten är visionären och vill kanske inte att det skall synas att huset sitter ihop. Det skall "sväva", medan statikerna måste se till att det håller ihop.

eventuella fel och brister. Ju mer man får veta av varandra på varje nivå, desto större chans har man att förebygga fel.

Dokumenterar man hela tiden störningarna och följer upp dem, kan man konstruktivt gå igenom dem, identifiera vad man gjort för fel och vad man kan göra åt det. Kanske skall man fråga produktionen i ett tidigt skede innan man väljer utformning av dörrar eller foder, för att underlätta produktionen?

Det första reaktionen var lite av en försvarsreaktion, men detta släppte så småningom. Efter ett tag infinner sig en positiv attityd efter den första chocken, eftersom man inte var van att få höra att man gjort fel – man ser istället möjlighet till förbättring.

Störningar rapporteras till olika tillverkare, t ex till dem som levererar betong eller fönster. De uppfattar det som positivt. De som arbetat ute på fältet har ofta fått klagomål men de som sitter och planerar har mindre kontakt med beställaren. Nu när det finns rapporter med kostnadsberäkning finns det svart på vitt vad det kostar beställaren. Det kan bli en konstruktiv dialog mellan beställare och leverantör. Det är värdefull information för leverantörer istället för klagomål och elaka fakturor.

Beskrivning av byggprocessen

Det var svårt att bestämma till vilken nivå man skulle bryta ned byggprocessen. Man gick ned 4 nivåer. När man kom ned till den lägsta nivån försökte man gå ned i minsta detalj. Men det kändes inte meningsfullt eftersom man hela tiden hamnade i SIAB:s rutinhänteringssystem, där det finns dokumenterat hur man t ex skall göra en upphandling. Man var dessutom intresserad av att förebygga fel och gick ned till den nivå som kändes meningsfull för detta syfte.

En del konkurrenter satsar på att bryta ned byggprocessen i mindre och mindre bitar för att ta bort moment, men tycker också att detta är svårt.

Projektdeltagarna hade svårt att beskriva verkligheten. De processer som tagits fram är dock användbara även på andra byggen. Även om varje bygge är en prototyp med sina speciella förutsättningar följer den ett visst mönster. I en aktivitet som beställning, en administrativ process, ingår viss kommunikation för olika åtaganden. Denna process är en ordinär process och kan återanvändas.

Målet är att förbättra även övriga delar, att förebygga fel och förenkla.

Om rationalisering av byggprocessen

Det var svårt att ta bort ett moment (eller aktivitet). Däremot såg man möjligheten att sammanföra aktiviteter, att öka samverkan mellan olika aktiviteter och yrkesgrupper och på det sättet minska antalet långa återkopplingar och så tjäna tid.

Arbetsättet är ett utmärkt medium för informationsutbyte mellan aktörer i en byggprocess. Det är mycket viktigt med återrapportering till deltagarna om status, uppkomna störningar och förebyggande åtgärder.

Om man är bättre införstådd med de olika aktörernas tänkesätt och problem undviker man fel man annars skulle göra. Om arkitekten vet att man skall ha ett visst ventilationssystem ritas han kanske in en lampa på ett visst ställe. Det var detta resultat som man fick då man analyserade byggprocessen i detalj, snarare än att bryta bort en aktivitet. Idealet är naturligtvis att en person kan allt. Men detta är inte möjligt i dagens tekniskt komplicerade värld. Erfarenheten var inte densamma som i industrin (se verkstadsindustri, där man kunde ta bort vissa aktiviteter).

Beskrivning av byggprocessen görs till tillräcklig nivå för att möjliggöra störningsanalysen

I tidplanen bryts byggprocessen ned med stor detaljeringsgrad i produktionen. Inom projektering är denna nedbrytning inte lika detaljerad. Det skulle behövas mer detaljerad nedbrytning i projekteringen för att kunna göra störningsanalys. Detta förutsätter ett totalåtagande, då det är möjligt att styra projektörerna i deras arbete. Det är inte möjligt om det kommer ritningar som projektören anser vara färdiga.

Befogenheter, ansvar och engagemang

Projektansvarig är en arbetschef som har ett flertal olika projekt. På varje projekt finns det en platschef som oftast sitter ute på arbetsplatsen. Platschefen har även ett ekonomiskt ansvar gentemot arbetschefen. Det egentliga ansvaret ligger på arbetschefen.

Vad gäller befogenheter att ta beslut i olika delar av bygget går en arbetare till sin lagbas som i sin tur går till platschefen, sedan finns det en projekteringsledare (vid totalentreprenad) som är ansvarig för den totala konstruktionen. Om det uppstår krock mellan olika discipliner för platschefen upp det till projekteringsledaren som beslutar. Ändringen görs i ritningen, en ny ritning tas fram som t ex en elektriker tar del av. I mindre fall kan platschefen gå ut och peka och sedan förs det in i en relationshandling.

Arbetsättet med störningsfri produktion kräver engagemang och deltagande av samtliga chefer. Från ledningshåll är det lätt att glömma bort detta, att göra det tydligt och göra nödvändiga uppföljningar.

Bättre förberedelsearbete kortar ledtider

Det händer ofta att man saknar besked, något kan vara löst till hälften. I vissa lägen under en produktion är det oerhörd press på ändringar i ritningar. Är man däremot förberedd kan man lösa de flesta problem på arbetsplatsen.

Om man däremot gjort ett dåligt förberedelsearbete med många konsulter inblandade, med ritningar som inte hänger ihop, blir det kaotisk produktion. Man skulle kunna eliminera fel genom att granska ritningar, för att få mer tid för att göra bättre jobb i projekteringen.

Om man gör det och vet vilka beslut man kan ta, kan man lösa de flesta problem på plats och spar mycket tid.

Flexibilitet och tät dialog med kund

Som entreprenör önskar man antingen få rita och konstruera husen själv, åtminstone själva konstruktionen, eller att beställaren innan han bestämmer sig för att sätta igång vinnlägger sig om att ta fram korrekta handlingar, att han ger tillräcklig tid och utrymme för att projekteringen skall bli färdig och samordnad.

Generalentreprenad är dock det vanligaste. Beställaren går till en bygglösningsfirma, som i sin tur går till en arkitekt. Sedan tas specifikation och konstruktion fram. Det vore önskvärt att bli engagerad i ett tidigt skede, för att plantera in denna ideologi och på sått bidra till billigare och effektivare projektering. Det känsliga är att beställaren inte vill låsa upp sig till en leverantör för att priserna skall hållas nere.

Man bedömer kvaliteten på handlingarna vid beräkning av pris eftersom det kan påverka priset. Många besked som kan påverka produktionen negativt kommer från beställaren. Det gäller ofta frågor som beställaren inte alls funderat över, t ex om det skall vara lås enligt viss säkerhets- och försäkringsklass, besked som kan ha stor påverkan på konstruktion och kostnad. Även data- och teleinstallationer är vanliga exempel, där man ofta kommer in sent, vilket resulterar i ändring, utökning och montering sedan bygget är klart. Det är först när bygget är halvfärdigt som man ser vad man vill ha. Det är möjligt att göra ändringar men det kan innebära större kostnader.

Man måste klara ett visst förändringsarbete, vilket också skrivs in i kontraktet. Detta kräver flexibilitet och att man öppnar tät dialog med beställaren. Det är viktigt att ta med beställaren på ett så tidigt stadium som möjligt så att han förstår när man kan göra förändringar, t ex före målning. I ett visst moment påverkar det inte produktionen så mycket och då är det lättare att anpassa sig efter beställarens ändringar och önskemål.

Även beställare och underleverantörer har fått ta del av de störningar som uppstod. Det har lett till att de bättre förstår byggprocessen. Man inser att de beslut som fattas eller inte fattas får en direkt effekt på bygget.

Det leder till bättre dialog om man upptäcker att beställaren är osäker. Kan man vänta med ett visst beslut, hellre än att låsa sig tidigt vid ett ogenomtänkt beslut?

Attitydförändring krävs av chefer och konstruktörer

Uppfattningen i byggbranschen att man genom att ge sig på genomförandefasen kan spara mycket pengar är inte lika relevant som på 60-talet, när man genomförde stora planeringsändringar. Det är där man har jobbat mest med förbättringar. Man har jobbat väldigt lite med förbättringar på kontoret. Hur jobbar man i anbuds- och kalkylskedena? Hur leder vi projekt innan man sätter spaden i backen? Det har varit mycket ”ut och bygg!”, ”ut med allt folket och gräv!” (Här har Siabs interna förbättringsprogram ”Rätt från början” tittat på de olika faserna från beställning till garantibesiktning.)

Det är kanske plågsamt att det är chefer och de som styr och leder som gör fel. Det är alltid lätt att skylla på dem som arbetar i produktionen, eller på konsulter.

Detsamma gäller certifieringen för ISO-9000, vilket ställer stora krav på chefer. Det kan vara svårare att ändra på chefers och konstruktörers beteende, p g a mer individualism.

Siabs förbättringsprogram – Rätt från början ...

Störningsfri produktion

På varje avdelning finns det en resursperson som varit med i ett förändringsprojekt. När ett bygge startas finns denna person till hands som stöd. Dessa resurspersoner har stor betydelse för att nå verklig förändring. Som vid alla slags förändringsprojekt av detta slag finns det uppenbar risk att återfalla i invanda arbetssätt.

Man har tagit fram ett spel för att medvetandegöra kostnader och störningar som heter ”Struljakten”, som används för att analysera fel och orsaker, vad det kostar och hur man skall göra för att ta bort fel.

Det tillkommer varje projekt att bestämma vilken nivå man skall lägga sig på. Det finns ett antal moment som skall ingå i störningsfri produktion: bildande av arbetsgrupp, nedbrytning av byggprocessen, identifiering av delprocesser och möjliga störningar, störningsanalys och framtagning av förebyggande åtgärder, samt dokumentering av uppkomna störningar och uppföljning. Ur dessa kan man fokusera mer på t ex att förebygga, snarare än störningsuppföljning. Det finns en tendens att man lägger ned mer på förebyggande än på störningsuppföljning. Man måste naturligtvis göra en projektanpassning, i vissa mindre projekt kanske man bara arbetar med förebyggande åtgärder. Vid större projekt kan det vara lämpligt att sätta upp en organisation för detta.

Datorstöd

Man använde inte CAD i detta bygge, vilket skulle kunnat förebygga en del krockar genom att man hade kunnat lägga över ritningar i skikt och identifiera kollisioner. Problemet vid detta bygge var att alla inte använde CAD.

Datorstödet ses inte som ett sätt att ta bort en aktivitet, utan snarare för att förbättra kvaliteten. Det viktiga är ett snabbare utbyte av handlingar och information.

Ibland använder man 3D CAD för att visualisera förslag för kund. Men detta används framförallt vid anbudsförfarandet, inte i produktionen. Det är ett verktyg för arkitekten internt och externt.

Referenser

Bergman, B. & Klefsjö, B. (1991). *Kvalitet i alla led*. Lund: Studentlitteratur.

Carter D.E, S. B. (1991). *Concurrent Engineering; the Product Development Environment for the 1990s*. Mentor Graphics Corporation, 1991.

Eriksson, T. (1993). *Överenskommelse om samarbete med Arbetslivsfonden i Stockholms län* No. Diarienummer 391/92). Siab.

Nadler, G. & Hibino, S. (1990). *Break Through Thinking*. Rochlin CA: Prima Publishing & Communication.

Norell, M. (1992). *Stödmetoder och samverkan i produktutveckling*. Doktorsavhandling, Institutionen för maskinelement, KTH.

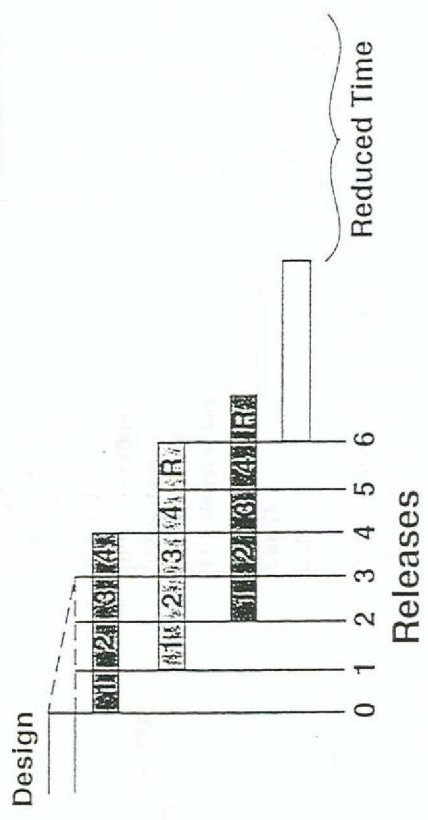
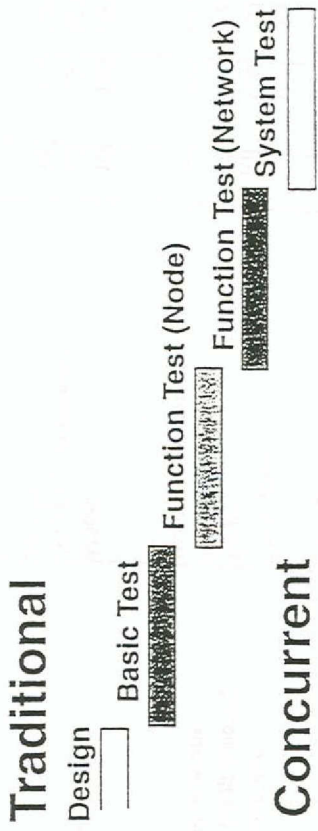
Siab (1993). *Störningsfri produktion – projektet som tar bort störningar, ger ökad kvalitet och lönsamhet*. InSiab.

Öhlund, S-E. & Bergman, L. (1994). *Integrerad systemutveckling – lärdomar från industrin tillämpade på systemutveckling*, Effektiv-IT rapport nr 7, SISU.



CMS 30

Concurrent, Testing



- Internal release once a month
- Testchannel standard
- Test configuration management !!
- "Customer environment"
- Reduced leadtime *and* longer time

日本
JAPAN

030015 LZD 105 005/0 R1



HÅSTSPORTENS HUS ETAPP 2		FELEFFEKTANALYS STÖRNINGSFRI PRODUKTION		Sid 1(2) DATUM: 1992-11-08		
DELPROCESS NIVÅ 2 STOMME TH		DELPROCESS, NIVÅ 3 UTFACKNINGSVÄGGAR				
FEL MÖJLIGHET	FEL ORSAK	FEL EFFEKT	FEL SAN KOSTN	RISK TAL	REKOMMENDERAD ÅTGÄRD	
Uppregling	Utsättning Kvalitet virke Ej i lod efter montage	Fönster får ej plats Ingen drevmån. Sned fasad Buckliga väggar. Extra gjips Extra spackel Extra fogning Rivning	5 10 10	50 50 50	250 250 250	Inmån, avvågn före tillverkning Mottagn, kontroll. Kalkyl på virkes- kvalite Passkontr.Linje golv + tak, Pinnis
Isolering	Slarv vid montage Montrar fuktig isolering Felbeställd leverans Drevning	Köldbryggor Mögel Rivning Rivning, komplettering	3 10 4 10	100 100 10 100	300 300 40 1000	Info. Efterkontroll. Skära med linjal Info. Kontroll innan glpe. Lagring på plan. Mottagn kontroll, Avropekontroll Info. Kontroll innan glpe.
Otät hus	Otät fasad Regn	Mögel Stopp i produktionen Rivning	10 10 10	100 100 100	1000 1000 1000	Val planerad intäkn utsida vägg Uppallning av isolering Köp inplastad isolering
Diff.spärr	Slarv vid montage Fel material Plasten sönder	Mögel	1	100	100	Information

80vallsDkVFEAnalyseDAveer

Bilaga 3

Sjåb Bygg
Stockholm

STÖRNINGSRAPPORT - MÅSTSPORTENS HUS

RAPPORT
NR 148

1 STÖRNING: Måttkedja till trapphus fel 2 STÖRNINGSDATUM : 92.10.02
3 UTREDNING AVSL : 01.01.01
4A ÅTGÄRD PÅBÖRJAD: 01.01.01
4B ÅTGÄRD AVSLUTAD: 01.01.01

5 NIVÅ 123: 8/ 4/ 2 Produktion /Stomme, tätt hu/Väggar pl 0

6 BYGGDEL/PL: 3110/ 0 Ytterväggar i pl 0, 200mm btg

7 STÖRN.TYP/AV:104/ 3 Felaktigt mått el liknande

8 ORSAKAD AV STÖRNING NR: 0 INGEN KOPPLING TILL ANNAN

	TIMMAR	KRONOR	17 BETALAS AV:	
11 KOSTNAD TJÄNSTEMANNATID:	3	630		
12 KOSTNAD KOLLEKTIVTID :	2	520	0	0
13 KOSTNAD MATERIAL :		1000	0	0
14 KOSTNAD MASKINER/UTR. :		0	0	0
15 ÖVRIGA KOSTNADER :		0		
16 TOTALKOSTNAD :		2150	18 INLÄMNAD AV: AL LASSE	

Vid utsättning av trapphusväggar, K20:12 920918, linje 36 stämde det ej med planet under. Efter kontrollräkning och extra ritn.läsning konstaterades att det måste vara fel på måttkedjan. Konstr. kontaktades. Efter 2 timmar återkom han, per fax, med en rev. måttkedja mellan linje 35 och 36. Mått 405 ska vara 240, mått 290 ska vara 390 vilket medför att mått 1789 blir 1689. Denna störning medförde också att armerarna fick börja armeta från fel håll. Samt att bockade och klippta järn ej stämde (M2131).

Tj.mø.tid: 3tim a 210kr	630kr
Koll.tid: 2tim a 260kr	520kr
Mtrl: Kasse mellan fönster	1000kr
Summa tot:	2150kr

Effektiv IT-rapporter

- Nr 1 Att Mäta Informationsteknologi – Data om IT i Sverige och utomlands,
Mattias Hällström, december 1993. *IT:s Ekonomi & Management*
- Nr 2 Mätning för Effektiv Systemutveckling,
Tapani Kinnula, mars 1994. *Systemutvecklingens Ledtider & Kvalitet*
- Nr 3 Affärsmässiga Scenarier som bakgrund till Reengineering av Informationssystem,
Lars-Åke Johansson, Mats R Gustafsson, mars 1994. *Systemarvet*
- Nr 4 Concepts and Notations for Open-edi Scenarios,
Matts Ahlsén, mars 1994. *Affärskommunikation*
- Nr 5 Business Process Reengineering – vad är det?
Mattias Hällström, april 1994. *Verktyg för Verksamhetsutveckling*
- Nr 6 Managing Information Technology: The Capital Budgeting Process,
Thomas Falk, Nils-Göran Olve, maj 1994. *IT:s Ekonomi & Management*
- Nr 7 Integrerad Systemutveckling – lärdomar från industrin tillämpade på
systemutveckling, Sten-Erik Öhlund, Lars Bergman, maj 1994.
Systemutvecklingens Ledtider & Kvalitet
- Nr 8 Kunskap för hantering av systemarvet – en första systematisering,
Lars-Åke Johansson, Mats R Gustafsson, Roland Dahl, juni 1994. *Systemarvet*
- Nr 9 Metoder för Business Process Reengineering,
Mattias Hällström. *Verktyg för Verksamhetsutveckling*
- Nr 10 GIATs modell för integrering av logiskt underhåll med utveckling av produktsystem,
Lars Bergman. *Systemutvecklingens Ledtider & Kvalitet*
- Nr 11 Ekonomisk värdering av IT-satsningar,
Nils-Göran Olve. *IT:s Ekonomi & Management*
- Nr 12 IT i årsredovisningen,
Nils-Göran Olve. *IT:s Ekonomi & Management*
- Nr 13 Kalkylmodeller för reverse engineering/reengineering-insatser – vad finns idag?
Lars-Åke Johansson, Mats R Gustafsson. *Systemarvet*
- Nr 14 Om arkitektur för samverkande informationssystem,
Matts Ahlsén. *Affärskommunikation*
- Nr 15 Enkät- och intervjuundersökning om värderingsinstrument för IT-investeringar,
Mats Waltré. *IT:s Ekonomi & Management*
- Nr 16 Gruppdatorn – ett verktyg för verksamhetsutveckling,
Mattias Hällström. *Verktyg för Verksamhetsutveckling*
- Nr 17 Metodik för reverse engineering/reengineering – ett eftersatt område,
Lars-Åke Johansson, Mats R Gustafsson. *Systemarvet*

*Svenska Institutet för Systemutveckling,
SISU, bedriver forskning, följer utvecklingen och
förmedlar kunskap om informationsteknologins
tillämpning på informationsanvändning
och informationsförsörjning i företag,
myndigheter och andra organisationer.
Institutet verkar inom detta område som
ett opartiskt nationellt kompetenscentrum.*

SISU

Electrum 212, 164 40 Kista
Isafjordsgatan 26
Telefon 08-752 16 00 Telefax 08-752 68 00