

Projektstyrning — mål, metoder och beslutsmonster.



Av INGEMAR ASPLUND*) och JAN ESSUNGER**)

Strukturrationalisering är en lika vanlig som nödvändig företeelse inom svensk industri idag. Strukturrationaliseringen kan vara motiverad av såväl tekniska som ekonomiska skäl. Genom ett sammanförande av mindre enheter med identisk eller nära överensstämmande produktion till en gemensam tillverkningsenhet kan stor-driftens fördelar uppnås med ökad produktivitet och sänkta tillverkningskostnader som följd. Vidare ökas möjligheterna att använda rationellare utrustning och arbetsmetoder.

Dessa skäl har bl. a. varit för handen i det praktikfall författarna behandlar i föreliggande artikel. Problemet gäller sammanförandet av två gjuterier vid Köpings Mekaniska Verkstad AB resp. Lidköpings Mekaniska Verkstad AB till en gemensam gjuterienhet vid det senare företaget. Ett projekt av detta slag, vilket genomföres i sin helhet under en 2-årsperiod och som bl. a. innebär en successiv kapacitetsökning vid det ena företaget och motsvarande minskning vid det andra såväl ifråga om utrustning som personal, utbyggnad av organisationen och träning av dess befattningshavare, planerings- och produktionstekniska åtgärder, kontakt med konsulter och leverantörer etc., kräver en noggrann planering såväl tids- som resursmässigt.

För att skapa maximala förutsättningar att effektivt genomföra kapacitetsökningen har LMV:s ledning skapat en projektorganisation och tagit i bruk ett projektstyrningssystem. Författarna redogör i denna artikel för mål, organisation och metoder för denna styrning. Även om systemet är utvecklat för ett speciellt projekt har såväl de utvecklade metoderna som organisationsformen generell giltighet vid styrning av projekt av engångskaraktär.

Strukturrationaliseringens syfte och problemställningar.

I verksamhetsberättelsen för AB Svenska Kullagerfabriken år 1965, i vilken koncern Lidköpings Mekaniska Verkstad är ett dotterbolag, kan bl. a. läses:

*) tekn. lic., fil. kand. AB Svenska Kullagerfabriken, Göteborg.

***) civ.ing., civ.ekon. AB Svenska Kullagerfabriken, Göteborg.

Projektstyrning — mål, metoder och beslutsmonster.



Av INGEMAR ASPLUND*) och JAN ESSUNGER**)

Strukturrationalisering är en lika vanlig som nödvändig företeelse inom svensk industri idag. Strukturrationaliseringen kan vara motiverad av såväl tekniska som ekonomiska skäl. Genom ett sammanförande av mindre enheter med identisk eller nära överensstämmande produktion till en gemensam tillverkningsenhet kan stor-driftens fördelar uppnås med ökad produktivitet och sänkta tillverkningskostnader som följd. Vidare ökas möjligheterna att använda rationellare utrustning och arbetsmetoder.

Dessa skäl har bl. a. varit för handen i det praktikfall författarna behandlar i föreliggande artikel. Problemet gäller sammanförandet av två gjuterier vid Köpings Mekaniska Verkstad AB resp. Lidköpings Mekaniska Verkstad AB till en gemensam gjuterienhet vid det senare företaget. Ett projekt av detta slag, vilket genomföres i sin helhet under en 2-årsperiod och som bl. a. innebär en successiv kapacitetsökning vid det ena företaget och motsvarande minskning vid det andra såväl ifråga om utrustning som personal, utbyggnad av organisationen och träning av dess befattningshavare, planerings- och produktionstekniska åtgärder, kontakt med konsulter och leverantörer etc., kräver en noggrann planering såväl tids- som resursmässigt.

För att skapa maximala förutsättningar att effektivt genomföra kapacitetsökningen har LMV:s ledning skapat en projektorganisation och tagit i bruk ett projektstyrningssystem. Författarna redogör i denna artikel för mål, organisation och metoder för denna styrning. Även om systemet är utvecklat för ett speciellt projekt har såväl de utvecklade metoderna som organisationsformen generell giltighet vid styrning av projekt av engångskaraktär.

Strukturrationaliseringens syfte och problemställningar.

I verksamhetsberättelsen för AB Svenska Kullagerfabriken år 1965, i vilken koncern Lidköpings Mekaniska Verkstad är ett dotterbolag, kan bl. a. läses:

*) tekn. lic., fil. kand. AB Svenska Kullagerfabriken, Göteborg.

***) civ.ing., civ.ekon. AB Svenska Kullagerfabriken, Göteborg.

»Ett avtal har slutits med Köpings Mekaniska Verkstad AB, enligt vilket LMV successivt kommer att övertaga produktionen av KMVA:s behov av gjutgods.«

I ett gemensamt pressmeddelande från de båda berörda företagen av den 7. december 1965 omtalas:

»I dagarna har ett avtal träffats mellan Lidköpings Mekaniska Verkstads AB (LMV), som är ett dotterföretag till SKF, och Köpings Mekaniska Verkstads AB (KMVA) om övertagande av gjutgodstillverkningen för KMVA:s verktygsmaskiner, svarvar och fräsmaskiner. I samband med detta övertagande kommer KMVA:s gjuteri att läggas ned. Uppgårelsen innebär att LMV:s gjutgodsproduktion fram till den 1. juli 1967 skall ungefär fördubblas.

För att uppnå detta mål kommer under denna tid personalen vid LMV:s gjuteri att successivt ökas med cirka 60 man. Vissa tjänstemän kommer därjämte att överföres från KMVA till LMV.

Den större gjutgodsproduktionen kräver nya investeringar uppgående till i runt tal 2 milj. kr., därav cirka 800.000 kr. i byggnader. En del av KMVA:s utrustning bestående av sandberedning, sandslinger, formningsmaskiner och diverse ventilationsutrustning kommer att övertagas av LMV.

Under senare år har en omfattande strukturrationalisering ägt rum inom de svenska gjuterierna. Målsättningen för denna strukturrationalisering har varit och är alltså att sänka framställningskostnaderna. Vägarna för att nå detta mål har väsentligen varit två, nämligen större enheter och ökad specialisering. Genom den överenskommelse som nu träffats har båda dessa krav för LMV:s del blivit tillgodosedda. LMV:s gjuteri kommer upp i en storleksordning som möjliggör effektiva framställningsmetoder med hjälp av högmodern utrustning. Samtidigt blir gjuteriet landets största specialgjuteri för verktygsmaskingods.

Den utbyggnad och den produktionsökning som nu förestår innebär ett fullföljande av den generalplan som utarbetades för 5 år sedan och vars första etapp genomfördes under året 1961 och 1962. Generalplanen är så utformad, att även framtida krav på ytterligare produktionsökning kan tillgodoses.«

Strukturrationaliseringens genomförande dikterades av LMV-företagsledningens önskan att producera och försälja en ökad kvantitet av gjutgods per år och därigenom kombinera potentialen av erkänt gjuterikunnande inom företaget med ökade möjligheter till användning av rationell produktionsutrustning och de övriga rationaliseringsmöjligheter som stordriften erbjuder. Mångfalden åtgärder och förändringar

som beslutet om strukturrationaliseringen innebar erbjöd problem av många olika slag vilkas lösning krävde hänsyn till såväl den tillgängliga tiden som resurserna.

Bland de erforderliga åtgärderna och förändringarna kan nämnas:

Kapacitetsmässiga förändringar.

- Successiv ökning av produktionskapaciteten vid LMV:s gjuteri med ungefär 65 % från kvartal 4/1965 till kvartal 3/1967.
- Efter kvartal 1/1967 minskning av produktionen vid KMVA och därmed inbyggnad av en lagerbuffert om 6 månaders produktion.
- Uppförande av ny rensriutrustning.
- Införande av central sandberedning med överflyttning av utrustning från KMVA.
- Uppbyggnad av mekaniserad maskinformning m. m.

Personalförändringar

- Ökning av den totala arbetsstyrkan mtd 50 % baserad på beräknad produktivitetsökning.
- Överflyttning av vissa specialister och arbetsledare från KMVA.

Produktionstekniska åtgärder

- Träning av erforderlig arbetsstudiepersonal.
- Metodtekniskt utvecklingsarbete och metod-tidmätning.
- Installation av erforderliga ackordssystem.

Planeringstekniska åtgärder

- Träning av erforderlig personal för beredning, planering och kontroll.
- Utbyggnad av systemet för produktionsstyrning till att omfatta även gjutodsproduktionen.
- Uppbyggnad av erforderligt informationssystem m. m.

Marketing och försäljningsbefrämjande åtgärder

- Undersökning av marknadspotential och marknadsbehov.
- Kostnadskalkyler och pris/volymeräkningar.
- Kundinformation m. m.

Organisationsplanering

- Planering och upprättande av en effektiv organisation för gjuteri-produktionen.
- Vidtagande av erforderliga organisationsförändringar och åtgärder inom de stabsavdelningar som skall betjäna gjuteriet, såsom planering, produktionsteknik, ekonomi etc.

Ekonomisk planering

- Ev. kompletteringar av upprättad investeringsplan.
- Lönsamhetsberäkningar av de objekt vilka beslutas under projektets genomförande.

De ovannämnda åtgärderna skall vara genomförda under viss tid, varför de fordrar en *tidsmässig* planering och kontroll, en styrning. Denna styrning gäller projektet i dess helhet men även var och en av de aktiviteter i vilka det totala projektet kan uppdelas. Tidsomfattningen för varje sådan aktivitet är oftast beroende av den kapacitet som står till buds. Härav följer att styrningen även måste omfatta de *kapacitetsmässiga* förhållandena. Vi kan sålunda tala om *tids/resursstyrning*. En preliminär och grov uppskattning av projektets utseende och tidsomfattning får man genom att uppgöra ett gantschema, vilket framgår av figur 1.

Benämning	4 de	1 a	2 a	3 e	4 e	1 a	2 a	3 e
	KV-65	KV-66	KV-66	KV-66	KV-66	KV-67	KV-67	KV-67
1. Erforderlig produktionskapacitet i godkänd vikt. (4 e Kv-65 = 100)	100	100	130	130	130	130	130	165
2. Projektering Utredningsarbete								
Detalplanlösningar av generalplan (konsult)								
Konstruktionsarbete av generalplan (konsult)								
3. Provisoriska lösningar								
4. Byggnadsarbeten enligt generalplan								
5. Installation av maskinell utrustning enligt generalplan								

Figur 1. Strukturrationaliseringsprojektet åskådliggjort i Gantschemaform.

Projektstyrningens mål

De ansvariga för »Projekt 5000 ton« arbetsnamn för projektet ifråga ställdes således inte bara inför en rad problem av teknisk, ekonomisk och organisatorisk art. Flera andra frågeställningar gjorde sig också gällande, såsom:

- Hur skall leveranstiden för projektet beräknas och har vi sedan möjlighet att hålla den så beräknade tiden?
- När skall de olika stegen i kapacitetsökningen vid LMV resp. minskningen vid KMVA genomföras för att garantera den planerade produktionsökningen?
- När skall konstruktions- och byggnadsarbeten påbörjas resp. avslutas och när skall konsulter och leverantörer bidra med sina tjänster?

– När skall personalökningen ske?

Dessa frågeställningar är samtliga intimt förknippade med projektets planering i tid och resurser, och påvisar behovet av ett system för styrning och genomförande av projektets olika delar baserat på en med hänsyn till resurserna uppgjord projektplan. Styrning av ett projekt innebär att uppställa de *mål* vars uppfyllande är en förutsättning för projektstyrningens lönsamhet, att uppgöra en på målsättningen baserad *projektplan*, *genomföra* projektet efter den uppgjorda planen samt *kontrollera* att planen följes och om avvikelser föreligger vidtagna erforderliga åtgärder²). Styrningen innebär således en dynamisk process av målformulering, planering, genomförande och uppföljning, vilken leder till en serie av beslut på olika nivåer i den organisation, vars befattningshavare bär ansvaret för projektets genomförande.

De olika faserna vid styrningen av »Projekt 5000 ton« (projektets arbetsnamn) kommer att beskrivas i det följande. Den målsättning förtagsledningen uppställt för projektstyrningen kan sammanfattas i tre huvudpunkter, nämligen:

1. Styrningen skall ske så att projektet kan genomföras till *optimala kostnader* (d.v.s. såväl kostnader som uteblivna intäkter måste styras). De härledda delmålen är;
 - Innehålla projektets deltider för att nå garanterad försäljning.
 - Eliminera onödiga kapitalkostnader.
 - Undvika för tidiga driftskostnader.
 - Undvika kostnadsökningar p.g.a. trånga resurssektorer och ge upplysningar om crash cost.
 - Tidsmässigt styra de erforderliga instanserna för rationalisering av tillverkningen.
2. Styrningen skall möjliggöra genomförande av projektet under *optimal tid*.

Härur kan följande delmål härledas:

- Bestämma leveranstid för projektet.
- Bestämma och kontrollera start- och färdigtider för projektets olika delar.
- Göra tidsplaner och bestämma leveranstider för insatserna från KMVA, konsulter och leverantörer.
- Ge indikation om erforderliga resursökningar.
- Delge tidsplaner för produktionstekniska- och planeringstekniska åtgärder.
- Ge impulser till marketing och försäljning.
- Ge underlag för personalträning.

3. Styrningen skall möjliggöra att *vid varje tidpunkt erforderliga projektresurser finns tillgängliga.*

Delmålen är:

- Styra leveranser av utrustning och material.
- Styra insatser från konsulter och leverantörer.
- Ge underlag för organisations- och personalplanering.
- Ge underlag för planering av de interna insatserna från planering, ekonomi, försäljning etc.

Projektstyrningens organisation och arbetsformer

Med projektbetingat arbete avses all målinriktad verksamhet av engångskaraktär, där resurserna får anpassas efter det aktuella projektets karaktär. En verksamhet av projektkaraktär, såsom i detta fall en strukturrationalisering med utbyggnad av en produktionsapparat, omfattar arbetsuppgifter, vilka griper över flera ansvarsområden i den »normala« företagsorganisationen. Den avdelningsvisa uppdelningen av ansvarsområden i en sådan organisation kan visa sig synnerligen ineffektiv vid genomförande av en projektuppgift, emedan denna organisationsform normalt icke är avsedd för projektbetingad verksamhet.^{5.2})

De specialister som erfordras för projektets genomförande återfinnes emellertid icke sällan, speciellt i större industriföretag, inom företagsorganisationen. *Projektorganisationen* (eller projektteamet) har här visat sig vara en rationell arbetsform, till vilken de för projektets genomförande erforderliga specialisterna tillfälligt utlånas den tid deras insatser krävs. Projektorganisationen leds av en *projektledare*, som är ansvarig för projektets genomförande och vars huvudsakliga uppgifter är att utforma projektplanerna, följa upp projektet och vidtaga erforderliga korrigerande åtgärder samt att motivera och koordinera projektteamets insatser.

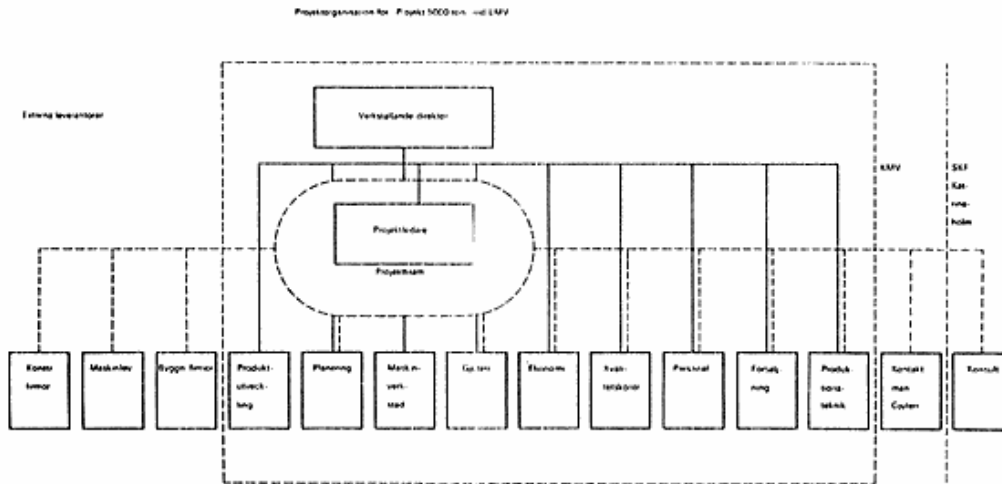
Baumgartner beskriver projektledningens verksamhet såsom:

»Project management consists of action involved in producing project deliverable items on time, within the contemplated cost, with the required reliability and performance, at a profit to the contractor. The purpose of project management is to ensure the achievement of these objectives through the functional organizations and over their specialized interests.«

(Baumgartner, pp 8).

För att nå en effektiv lösning på alla de simultana problemställningar av teknisk, ekonomisk och administrativ/organisatorisk art som uppträ-

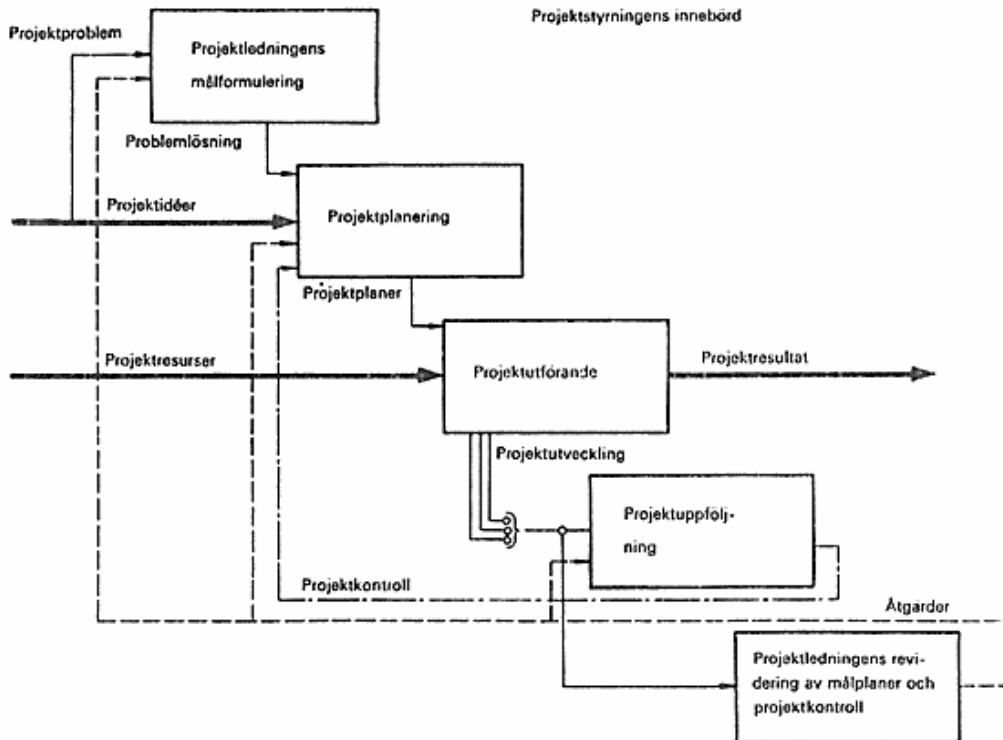
der vid genomförandet av »Projekt 5000 ton« har en projektorganisation bildats, vars former framgår av fig. 2. Projektledaren är heltidsengagerad medan övriga projektspecialister engageras i erforderlig omfattning för aktiv insats under projektets förberedelse, planering och genomförande.



Figur 2. Projektorganisation.

Vi har tidigare redogjort för den centrala roll projektledningen har vid projektets genomförande såsom central beslutsinstans inom ramen för av företagsledningen godkända projektplaner. Det ansvar för styrning som åvilar projektledningen kräver ständig tillgång till information såväl om den plan projektet skall följa som om de aktiviteter som slutförts och de störningar som inträffat och vilka effekter de får. Dynamiken i detta skede framgår av fig. 3, där projektstyrningen schematiserats.⁸⁾ Av figuren framgår hur de utformade målen och planerna styr insatserna från de olika projektresurserna. Projektledningens uppgift är *dels* att förmedla planerna till den som ansvarar för resursinsatserna, *dels* att jämföra den verkliga utvecklingen med planerna och vidtaga korrigerande åtgärder om de ovan nämnda störningarna inträffar.

Denna process av beslutsfattande inom projektorganisationen upprepas med viss frekvens under projektets genomförande. Beslutsfattandets kvalitet är i hög grad beroende av såväl *validitet* som *aktualitet* i den information på vilken besluten fattas. Projektledningen har till sitt förfogande ett styrsystem, där informationsbehandling och styrunderlag avpassats mot de informationskrav som gäller för »Projekt 5000 ton«. Styrsystemet beskrivs i de följande avsnitten av denna artikel.



Figur 3. Projektstyrningens mönster.

Projektstyrning innebär emellertid inte enbart att slaviskt följa en uppgjord projektplan. Projektledningen bör ständigt arbeta på utveckling av projektets olika objekt. Detta gäller i hög grad »Projekt 5000 ton«, där möjligheten till tekniska och administrativa förbättringar ständigt förekommer, vilka kan komma att förändra projektplanerna. Revidering av projektplanerna med hänsyn till dessa förändringar och framstegskontroll av projektet hör därför till dagordningen för projektledningen, vilket leder till den serie av beslut som visas i den schematiska beskrivningen av beslutsprocessen i figur 3. Ännu återstår en väsentlig uppgift för projektledningen, nämligen att ompröva projektets mål och metoderna för projektets uppföljning och om så erfordras vidtagna revideringar.

En revidering av projektets *mål* kan vara motiverad av såväl tekniska som ekonomiska faktorer. Om en förändring av projektinriktningen är lönsam bör projektplanerna ändras och därmed erhålles en styrning mot de nya målen. Ett beslut av denna typ för »Projekt 5000 ton« behandlas av en referensgrupp med VD som ordförande, i vilken ingår av projektet berörda parter inom LMV. Denna referensgrupp utgör

forum för såväl beslut och policies för »Projekt 5000 ton« som för lägesrapportering, varvid nedanstående dagordning följs:

1. Byggnadsverksamhet och installation av utrustning.
2. Produktions- och produktivitetsutveckling.
3. Åtgärder av planerings- och produktionsteknisk art.
4. Orderingång och försäljning/marknadsplanering.
5. Kostnadsutveckling och lönsamhet på gjuteriprodukter.

Av större intresse vid utformning av styrsystemet är samverkan mål – planer – kontrollkriterier. Vid utformning av styrsystemet måste nämligen *styrinformationen* ges ett sådant innehåll att uppföljning kan ske vid slutet av varje godtyckligt projektintervall. Härvid kan projektets styrning i relation till planerna under ifrågavarande intervall studeras. Der skall sålunda råda kongruens mellan *planeringsinformation* och *kontrollinformation* och eventuella avvikelser skall härröra från den verkliga utvecklingen och ej från felaktigheter i mätmetoderna. Denna kongruens mellan planerings- och kontrollinformationen måste finnas i ett styrsystem för att de målbaserade planerna skall resultera i måluppfyllelse.

Metod för projektstyrning

De angivna problemställningarna och specifika målen för projektstyrningen framhäver nödvändigheten av att metodiskt tillämpa ett väldefinierat system för styrning och kontroll av projektets utveckling. Sedan lång tid tillbaka har mer eller mindre utvecklade system för detta ändamål funnits tillgängliga och utnyttjas, exempelvis Ganttscemat. Kännetecknande för dessa system eller planeringstekniker har varit deras begränsade möjligheter att ge kontinuerlig information om projektstatus och deras oförmåga att snabbt återspegla effekterna av inträffade störningar och avvikelser från den ursprungliga planen. *En* följd härav har varit att korrigerande, återförande, åtgärder kommit att vidtagas senare och till högre kostnader än vad som skulle kunnat uppnås med ett snabbare och tillförlitligare system.

Under det senaste decenniet har en ny planeringsteknik, nätverksplanering, utvecklats och snabbt vunnit isteg och tillämpning på en mängd olika områden. Nätverkstekniken utgör grundelementet i flera olika metoder för projektstyrning, såsom exempelvis PERT, CPM med flera. Trots att ett stort antal nätverksmetoder utvecklats så är dock de utnyttjade grundbegreppen gemensamma^{4,7}).

Nätverksteknikens grundbegrepp^{1,5,6)}

Avsikten är här endast att ge en kort karaktäristik av några grundbegrepp vilka nämnes i det följande och att samtidigt fördela dem på de båda huvudtyperna av begrepp, initialdata och planeringsdata.

Aktivitet. En aktivitet är ett delarbete, ett arbetsmoment, eller en operation vilken ingår i ett projekt. Aktiviteten förbrukar tid och resurser då den utföres.

Händelse. En händelse är något som inträffar vid en viss tidpunkt. En händelse tar ingen tid i anspråk och förbrukar inga resurser. En händelse kan ej inträffa förrän alla aktiviteter som föregår den är fullbordade. Efterföljande aktiviteter kan ej starta förrän en händelse inträffat.

Blindaktivitet. För att tillfredsställa vissa logiska krav blir det ibland nödvändigt att införa en s.k. blindaktivitet. Denna tar ingen tid i anspråk och förbrukar inga resurser.

De primära aktivitetsbeskrivande begreppen (initialdata) utgöres av:

Aktivitetsidentifikation. Ett begrepp som entydigt identifierar varje aktivitet.

Aktivitetstid. Den tid (vanligen uttryckt i antal projektdagar) som aktiviteten uppskattas taga.

Härtill kommer eventuella övriga begrepp med vilka man beskriver de enskilda aktiviteterna såsom aktivitetskostnad, resursförbrukning etc.

En väsentlig del i nätverksplaneringen är själva tidsplaneringen, dvs. fastställandet av vid vilka tidpunkter aktiviteter skall börja och sluta resp. händelser inträffa. Dessa tidpunkter erhållas genom aritmetisk bearbetning av initialdata och utgör sekundära aktivitetsbeskrivande begrepp (planeringsdata) såsom:

Tidigaste tidpunkt för en händelse. Detta är den tidigaste tidpunkt vid vilken en händelse kan inträffa utan att medföra en försening av teters tidsåtgång.

Senaste tidpunkt för en händelse. Detta är den senaste tidpunkt vid vilken en händelse kan inträffa utan att medföra en försening av hela projektet med hänsyn till tidsåtgången för de aktiviteter som följer efter händelsen.

Händelseglapp. Detta glapp utgöres av skillnaden mellan senaste och tidigaste tidpunkt för en händelse. Glappet anger den tid som en händelse maximalt kan försenas i förhållande till sin tidigaste möjliga tidpunkt utan att medföra en försening av projektets färdigställande.

Tidigaste starttidpunkt för en aktivitet. Detta är den tidigaste tidpunkt, vid vilken en aktivitet kan starta med hänsyn till föregående aktiviteter tidsåtgång.

Senaste starttidpunkt för en aktivitet. Detta är den senaste tidpunkt vid vilken en aktivitet kan starta utan att medföra en försening av hela projektet med hänsyn till efterföljande aktiviteter tidsåtgång.

Tidigaste färdigtidpunkt för en aktivitet. Detta är den tidigaste tidpunkt vid vilken en aktivitet kan vara fullbordad. Den motsvarar tidigaste start plus tidsåtgången för aktiviteten.

Senaste färdigtidpunkt för en aktivitet. Detta är den senaste tidpunkt, vid vilken en aktivitet måste vara fullbordad för att ej medföra en totalförsening av projektet. Den motsvarar senaste start plus tidsåtgången för aktiviteten.

Totalt aktivitetsglapp. Detta glapp utgöres av skillnaden mellan senaste och tidigaste starttidpunkt eller färdigtidpunkt för en aktivitet.

Fritt aktivitetsglapp. Detta glapp utgöres av skillnaden mellan tidigaste starttidpunkt för närmast efterföljande aktivitet och tidigaste färdigtidpunkt för aktiviteten.

Kritisk linje och kritiska aktiviteter.

Ett fundamentalt begrepp i nätverkssammanhang är *kritisk aktivitet*. Varje aktivitet med totalglappet lika med noll är kritisk och sekvensen av sådana aktiviteter genom nätverket utgör *kritiska linjen*. Innebörden av den kritiska linjen är följande.

1. Den kritiska linjen bestämmer projektets totala tid, vilken alltså utgöres av summan av tidsåtgången för aktiviteterna längs den kritiska linjen. Alla andra vägar mellan start- och sluthändelsen har kortare total tid. Två eller flera kritiska linjer kan dock förekomma samtidigt i nätverket.
2. Varje försening i tidsåtgången för aktiviteterna längs den kritiska linjen påverkar efterföljande händelser och aktiviteter och leder till längre total tid för projektet.
3. En reducering av tidsåtgången för en eller flera kritiska aktiviteter resulterar i minskad total tid för projektet, förutsatt att det finns endast en kritisk linje.

4. En minskning av totaltiden för den kritiska linjen kan medföra att denna linje upphör att vara kritisk och att en ny kritisk linje framträder.
5. En försening av en eller flera aktiviteter, belägna utmed en icke kritisk linje, kan åstadkomma, att den kritiska linjen flyttas och att den längs den nya vägen omfattar de aktiviteter som återfinnes mellan den försenade aktiviteten och sluthändelsen.

Nätverksplanens data som underlag för beslut och handling.

Den aritmetik som ingår i nätverksplaneringen är av mycket enkel natur och de planeringsdata som erhålles är föga komplicerade. Trots eller kanske tack vare denna sin enkelhet erbjuder planeringstekniken värdefull information som direkt utgör underlag för ställningstagande och åtgärder. En förutsättning härför är dock att initial- och planeringsdata redigeras på överskådligt sätt. Exempel på några redigerade rapporter och deras användning skall ges senare. Tabell 1 utgör en sammanställning av den information som kan erhållas med nätverksplanering.

Vi har funnit att nätverksplaneringen är av synnerlig betydelse i följande avseenden.

1. Den skapar en modell av projektet i vilken ordningsföljden och sambanden mellan olika aktiviteter konkretiseras.
2. Den ger en entydigt definierad dokumentation av projektets omfattning och innebörd, vilket bidrar till enklare och säkrare kommunikationer i frågor som rör projektet. Dokumentationen möjliggör även en precis avgränsning av skilda ansvarsområden inom projektets ram.
3. Den indikerar vilka aktiviteter som är kritiska och kräver särskild uppmärksamhet från projektledningen om man vill undvika att projektets färdigställande försenas.
4. Den indikerar var selektivt insatta extra resurser till lägsta möjliga extra kostnad åstdkommer största möjliga avkortning av projekt-tiden.
5. Den redovisar aktuell tids- och kostnadsstatus för totalprojektet och orsakerna till eventuella avvikelser från den uppgjorda tids- och utbetalningsplanen.
6. Den möjliggör simulering av olika åtgärders effekt på projektets färdigställande och direkt utvärdering av det bästa handlingsprogrammet.

Huvudfunktion	Information och Data över:			Arbetskapacitet Hjälpmedel
	Struktur	Tider	Kostnader	
Planering	<ul style="list-style-type: none"> - Redovisar alla aktiviteter och händelser - Översikt av ordningsföljd och samband i projektet 	<ul style="list-style-type: none"> - Tidigast och senast möjliga start- och färdigtider - Projektets färdigtid - Tidsreserv - Tidsplaner för projektets händelser 	<ul style="list-style-type: none"> - Kostnader för olika aktiviteter - Projektkostnader - Fasta kostnader 	<ul style="list-style-type: none"> - Erforderlig kapacitet och hjälpmedel
Utförande	<ul style="list-style-type: none"> - Sekvensen för aktiviteterna - Inverkan av projektförändringar 	<ul style="list-style-type: none"> - Starttider och färdigtider för varje aktivitet - Typ av tidsreserv 	<ul style="list-style-type: none"> - Budgetplanering 	<ul style="list-style-type: none"> - Balansering av tillgänglig kapacitet och hjälpmedel
Övervakning och kontroll	<ul style="list-style-type: none"> - Total översikt över projektet - Inverkan av projektförändringar - Förseningar och uppehåll i aktiviteternas ordningsföljd - Samhörande aktiviteter 	<ul style="list-style-type: none"> - Kritiska aktiviteter - Aktiviteter med litet tidsglapp - Händelsesglapp - Start- och färdigtider 	<ul style="list-style-type: none"> - Kostnadsredovisning - Finansiella åtaganden (t.ex. vid investeringen i samband med projektet). 	<ul style="list-style-type: none"> - Beläggning av kapacitet och hjälpmedel - Utnyttjande- och sysetsättningsgrad

Tabell 1. Översikt över information som kan erhållas vid projektplanering med nätverkstekniken.

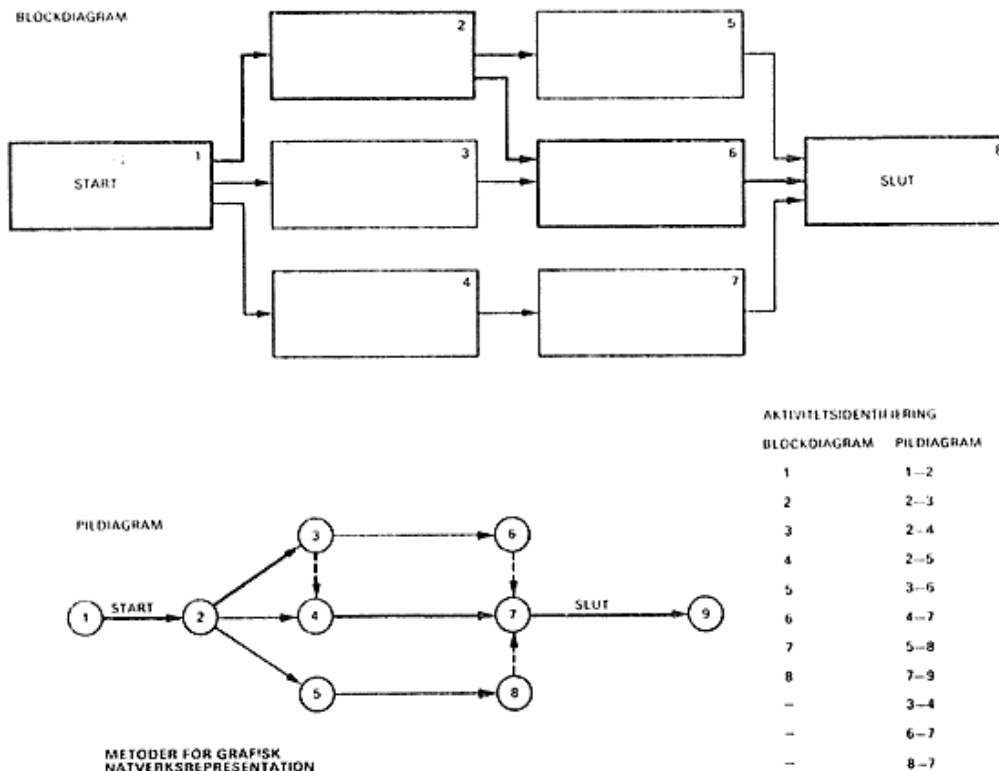
Metoder för grafisk nätverksrepresentation.

En nätverksplan kan beskrivas grafiskt på många olika sätt. Två sätt med vissa principiella skillnader är *pildiagram* och *blockdiagram*. (Fig. 4).

Pildiagrammet är det i nätverksteoretiska redogörelser vanligen utnyttjade sättet att beskriva projektet grafiskt. Detta torde sammanhånga med de större möjligheter till sekvensuppföljning och manuell bearbetning som det erbjuder. Man utnyttjar därvid begreppet händelser och identifierar varje aktivitet genom att ange föregående och efterföljande händelsnummer, den s.k. IJ-koden.

Vid blockdiagramtillämpning utesluter man händelserna fullständigt och identifierar varje aktivitet med ett entydigt aktivitetsnummer och sekvensen erhållas genom att man för varje aktivitet anger samtliga omedelbart föregående aktiviteter. Härigenom elimineras behovet av blindaktiviteter och förbättras möjligheterna till överlappning medan det i gengäld blir något svårare att göra en manuell bearbetning.

I det aktuella »Projekt 5000 ton« har vi valt att utnyttja blockdiagrammering. (Figur 4).



Figur 4. Pildiagram - Blockdiagram vid grafisk representation.

Projektstyrningens automatisering.

Projektstyrning innebär som vi tidigare nämt att projektstyrningens *mål* fastställs, *projektplanerna* baserade på dessa mål uppställs, planerna bringas i *verkställighet* och *uppföljningen* ger sedan indikation om den verkliga utvecklingen i relation till projektplanerna.

För det projekt som behandlas i denna artikel har nätverkstekniken tagits i anspråk för att framställa projektplanerna. Omfattningen av »Projekt 5000 ton«, med dess ca 350 aktiviteter kräver en planeringsmetod som uppfyller höga krav på tidsplanering, sekvenskontroll och koordineringsmöjligheter. Nätverksplaneringen uppfyller dessa krav. Syftet har emellertid icke varit att beskriva nätverkstekniken utan härvidlag hänvisas läsaren till den rikhaltiga litteraturen på området^{3,6,7}).

Mellan planering, verkställighet och uppföljning råder emellertid ett dynamiskt samband så snart projektet startat. Planerna verkställs etapp för etapp, olika aktiviteter bearbetas och färdigrapporteras och uppföljningen, som är en direkt jämförelse mellan verkligt projektstatus och planerat status, ger svar på hur man lyckas följa planerna. Om avvikelser föreligger får korrigerande åtgärder vidtagas. Projektledaren befinner sig i centrum av denna händelsernas dynamik, och det är naturligt att han ställer sig frågan: Hur skall jag administrera projektstyrningen för att nå maximal effektivitet till lägsta kostnad?

En automatiserad projektstyrning kan bidra till att nå detta mål. Styrsystemet för »Projekt 5000 ton« har automatiserats och såväl planering som uppföljning och lägeskontroll sker med datamaskin. Avgörande för frågan om automatisering skall tillämpas eller ej har varit fyra faktorer:

1. *Antalet aktiviteter i projektet.*

»Projekt 5000 ton« har för att nå den erforderliga styrningen uppdelats i ca 350 aktiviteter. Ett flertal av dessa aktiviteter innebär verksamhet utanför den egna projektorganisationen såsom konsultverksamhet, konstruktion, byggnadsverksamhet etc., d.v.s. aktiviteter som ur såväl tids- som kostnadssynpunkt måste koordineras med aktiviteterna under projektledarens direkta kontroll.

2. *Projektets totala tid.*

Totala antalet aktiviteter är enligt nätverksplanen fördelade på närmare två år. Det står klart för var och en att projektets status måste följas upp ett flertal gånger under denna tid, om den lovade leveranstiden skall kunna hållas. Antalet uppföljningstillfällen är

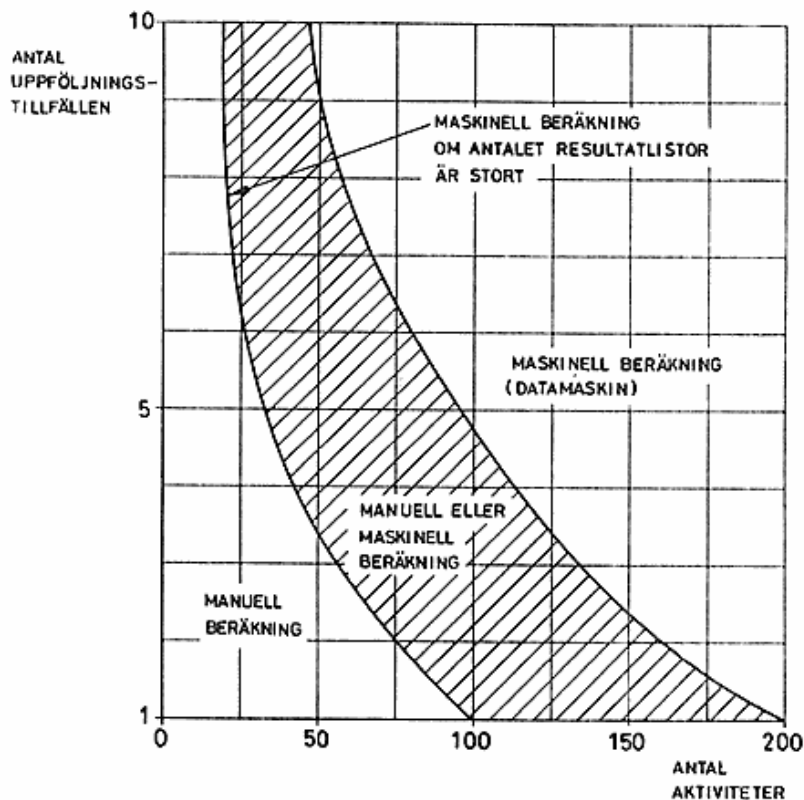
en fråga om antalet nya resp. färdiga aktiviteter per tidsenhet, d.v.s. vilka störningar som kan *inträffa* och *mätas* per tidsenhet. En annan avgörande faktor är frekvensen i företagets övriga rutiner t.ex. kostnadsredovisningen av vilken viss styrinformation är beroende.

För »Projekt 5000 ton« har uppföljningsintervallet satts til 20 arbetsdagar. Under varje sådant intervall beräknas 25–50 aktiviteter vara helt eller delvis avslutade eller på annat sätt förändrade.

3. Dokumentation av projektstatus.

Projektrapportering kan, såsom beskrives i denna artikel, ske på flera sätt från ett och samma grundmaterial. Antalet rapporttyper per uppföljningstillfälle inverkar slutligen också på valet av hjälpmedel för projektstyrningen.

För att nå en systematiserad bedömning av om datamaskin skall utnyttjas eller ej hänvisas till följande figur 5, vilken uppgjorts av en större datamaskinleverantör på erfarenheter från ett flertal projektstyrningssystem⁴). Härav framgår att »Projekt 5000 ton«



Figur 5. Manuell eller mekaniserad bearbetning – en beslutsmodell.

är av sådan storleksordning att maskinell planering och uppföljning bör komma ifråga.

4. *Antal omplaneringsbeslut.*

Det har tidigare påpekats att projektstyrning utgör en serie beslut på olika nivåer i projektorganisationen. Ju längre tid projektet omfattar ju fler tillfällen till störningar av projektets genomförande föreligger, vilka vid projektstyrningen är omöjliga att förutse. Dessa störningar måste snabbt kunna åtgärdas och styrsystemet måste ha flexibilitet och ge möjlighet att styra projektet efter de ändrade förutsättningarna. Härtill kommer de omplaneringar av projektet som orsakas av den ständigt pågående tekniska utvecklingen och vilka kan vara motiverade för att ge projektobjektet, i detta fall gjuteriet, största möjliga effektivitet.

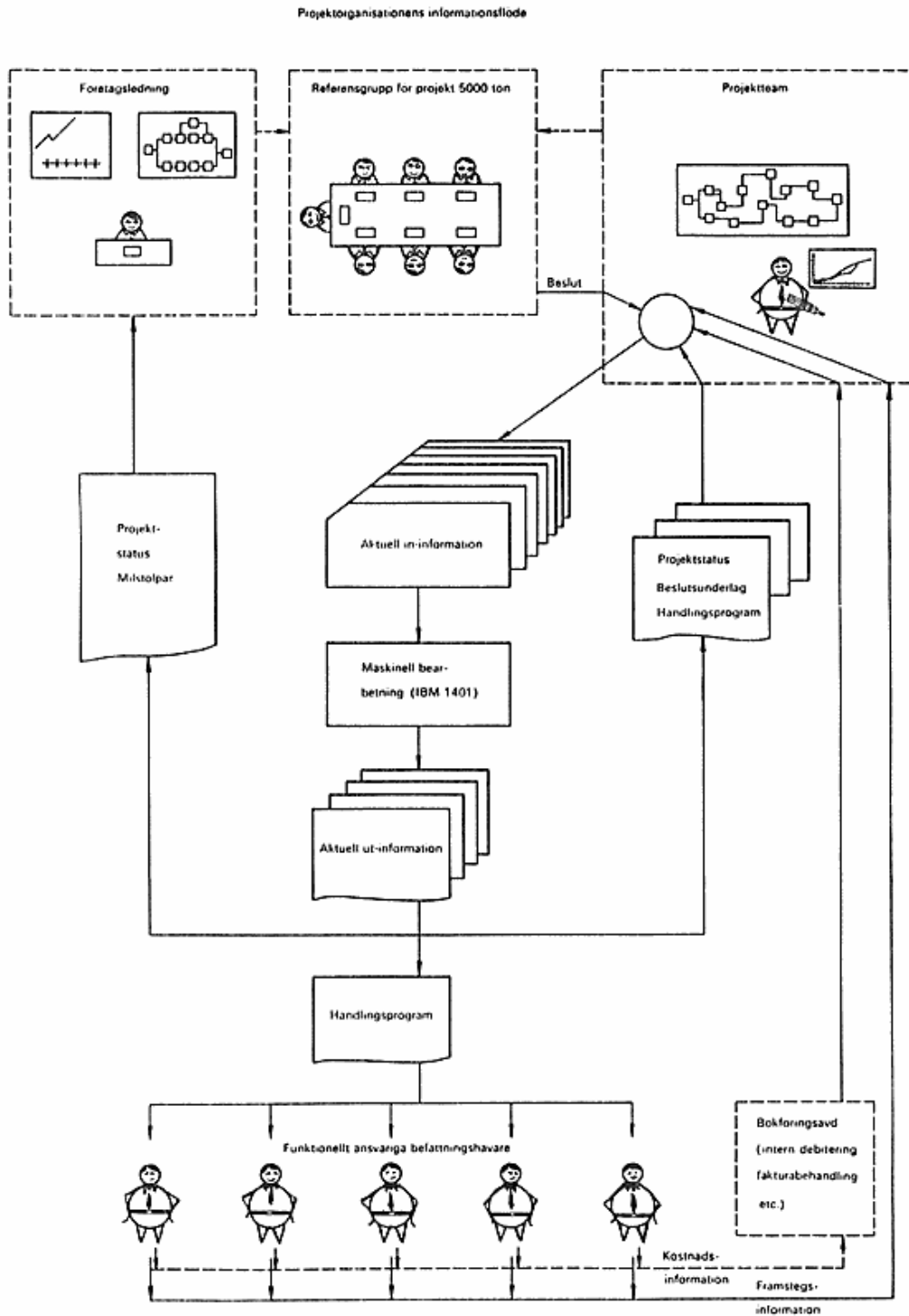
Projektorganisationens informationsflöde.

Projektstyrningen innebär, som ovan framhållits, att ständigt fatta beslut om åtgärder vilkas genomförande skall leda projektet framåt mot de uppställda målen. Besluten måste grundas på tillförlitlig och allsidigt belysande information för att bli effektiva och resultatgivande. Den tillämpade tekniken för planering av projekt kräver för sin rätta funktion att aktuell information tillföres vilken beskriver detaljer såväl som större sammanhang. Den resulterar i aktuell ut-information vilken utgör underlag för beslut och handling hos skilda befattningshavare inom projektorganisationen. De äsantliga dragen i detta informationsflöde åskådliggöres i figur 6.

Företagsledningens, referensgruppens och projektteamets roll vid rambeslut och policyutformning har skildrats tidigare.

Den aktuella in-informationen består i primära aktivitetsbeskrivande data (initialdata):

- Aktivitetsidentifikation
- Verbal aktivitetsbeskrivning
- Aktivitetstid (projektdagar)
- Arbetstidsförhållanden. (Normala, extra skift, övertid etc.)
- Restriktionsförhållanden. (Tidigare önskade startdatum), senaste tillåtna färdigdatum, utföres med start viss dag etc.)
- Aktivitetskostnad
- Ansvarig för aktiviteten
- Kod för kostnadsredovisning
- Överlappningsförhållanden



Figur 6. Projektorganisationens informationsflöde.

Milstolpsidentifikation
och/eller uppdateringsdata:
Faktiska framsteg
Faktiska kostnader.

Den automatiska bearbetningen av in-informationen består i att utföra de beräkningar som är nödvändiga för att fastställa aktuella planeringsdata för samtliga aktiviteter. Alla uppgifter som avser tidpunkter »översättes« därvid till konkreta datumangivelser med hjälp av en specialkalender som genererats med hänsyn tagen till normal arbetsvecka, semesterperioder, arbetsfria dagar etc. Dessa planeringsdata utgöres för varje aktivitet av:

Tidigaste startdatum
Senaste startdatum
Tidigaste färdigdatum
Senaste färdigdatum
Totalt glapp
Fritt glapp

För denna bearbetning utnyttjas datamaskinprogrammet IBM Project Control System¹⁰⁾ vilket erger ett flertal olika möjligheter till redigering av den projektbeskrivande datavolymen. Mot bakgrunden av den specifika målsättning som gäller för varje enskilt projekt får projektledningen fastställa vilken eller vilka av dessa möjligheter den vill utnyttja. Tillämpningen i »Projekt 5000 ton« illustreras av tabell 2, vilken även visar det schema distributionen av ut-informationen följer.

Rapporttyp	Mottagare		
	Företags- ledning	Projekt- ledning	Aktivitets- ansvarig
Analysrapport		×	
Fältrapport		×	
Totalglappsrapport		×	
Rapport per ansvars- område			×
Rapport över betydelsefulla aktiviteter	×		
Kostnadsrapport	×	×	

Tabell 2. Fördelning av planeringssystemets ut-information.

Tabell 3. Fältrapport

Aktivitet	Beskrivning	Varaktighet		Procent		kal. fakt.		Start dag	Färdig dag	Total glapp
		Total	Återstående	T. D.	Per	Tim	S D			
120 J0	Kbygg gör statiska beräkn. bärsystem	5.0	5.0	PWI	100I0	9	1 5	4maj66	8jun66	18
120 N0	Kbygg gör konstr. ritningar	10.0	10.0	PWI	120J0	9	1 5	11maj66	22jun66	18
120 P0	Lev verksleverans betongelement	60.0	60.0	PWI	100I0	9	1 5	26maj66	13oct66	18
150 I1	Bahco planera ventilationsanläggning	15.0	7.5	50 PWI	100I0	9	1 5	4maj66	10oct66	82
180 N0	Beijer rita grundar	10.0	0.0	PWI	600N0	9	1 5	4maj66	1apr66	18
180 R0	Ebygg gjuta grundar för sandberedn.	20.0	20.0	PWI	180R1	9	1 5	29aug66	6oct66	8

Tabell 4. Totalglappsrapport.

Aktivitet	Beskrivning	Varaktighet		Kalfakt			Sen start	Tidig start	Sen färd.	Tidig färd.	Sen färd.	Total Fri glapp
		Total	Åte- stående	Tim	S	D						
080 Z0	KMV normaldrift vid KMV	0.1	0.1	9	1	5	7jul66	7jul66	SC 8aug66		0.0	0.0
161 R0	LMVei byta ut transf/lågspl. ställverk	0.1	0.1	9	1	5	8jul66	8jul66	SC 8aug66		0.0	102.1
700 A2	Slingermekanisering	0.1	0.1	9	1	5	3apr67	3apr67	3apr67	3apr67	0.0	0.0
710 D0	Beijer demontera kontrollslinger Köping	5.0	5.0	9	1	5	3apr67	3apr67	10apr67	10apr67	0.0	0.0
710 F0	Beijer flytta konsollslinger från Köping	10.0	10.0	9	1	5	10apr67	10apr67	24apr67	24apr67	0.0	0.0

Schemat är baserat på en bedömning av det värde varje enskild rapport har för mottagaren med hänsyn till omfattningen av hans engagemang i beslutsfattande och handling.

Några av rapporterna skall här beskrivas närmare¹⁰).

Fältrapport.

Fältrapportens layout och innehåll framgår av tabell 3. Den är uppställd efter växande värde på aktivitetens identifikationsbegrepp. Denna rapport utgör ett fundamentalt instrument för all dokumentation av förändrade initialdata och/eller uppdateringsdata. Ut-informationens tillförlitlighet är helt beroende av noggrannheten i in-informationen och det är därför av väsentlig betydelse att denna kan samlas in under sådana former att största möjliga noggrannhet uppnås.

Totalglapprapport.

Totalglapprapportens layout och innehåll framgår av tabell 4. Den är uppställd efter växande värde på totalglappet. Projektteamet har här ett omedelbart underlag som indikerar samtliga aktiviteter allt efter graden av deras kriticitet och koncentrerar uppmärksamheten på de kritiska aktiviteterna. Ett resultat av analys av denna rapport utgör den grafiska framställningen av kritiska linjen såsom visats i figur 4. Den kritiska linjen har i figuren markerats med en kraftig linje. Normalt framställas även subkritiska linjer med mindre än 15 dagars totalglapp grafiskt för att effektivisera överblicken av potentiella problemområden.

Betydelsefulla aktiviteter.

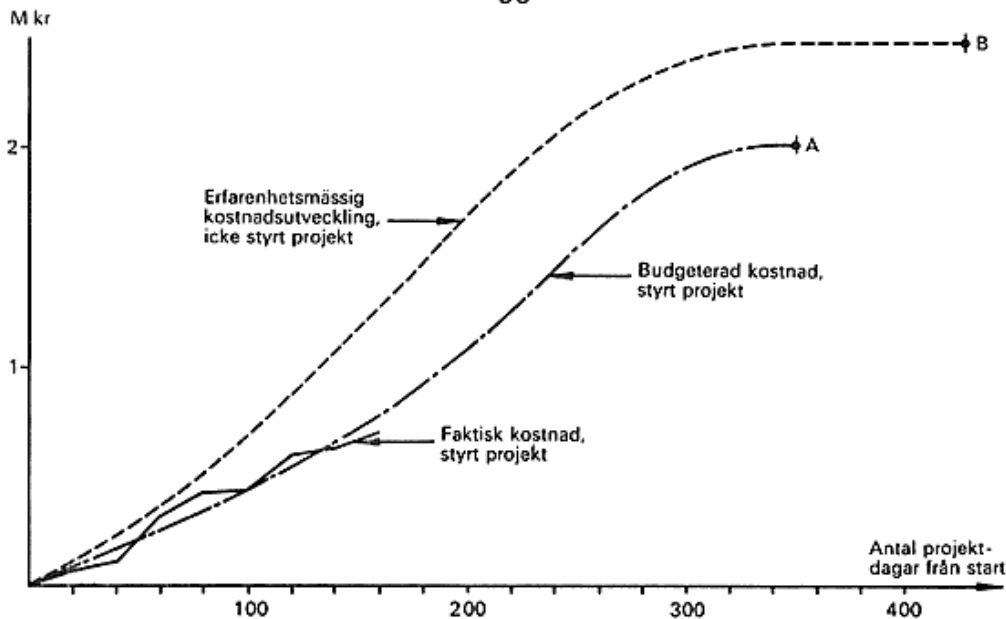
Layout och innehåll i denna rapport framgår av tabell 5. Med betydelsefulla aktiviteter avses sådana som innebär att installation och intrimning av en komplett produktionsenhet är avslutad och att således en ökad kapacitetspotential existerar när de avslutats. Projektet omspänner ca 15 sådana aktiviteter med vars hjälp företagsledningen regelbundet informeras om projektets framåtskridande mot de planerade kapacitetsutvidgningarna.

Kostnadsrapport.

Kostnadsrapporterna möjliggör upprättandet av en budgeterad utbetalningskurva vilken baseras på uppskattade aktivitetskostnader och planerade tidpunkter för aktiviteternas genomförande samt en regelbunden uppföljning av de faktiska utbetalningarna.

Tabell 5. Betydelsefulla aktiviteter.

Aktivitet	Beskrivning	Varaktighet		Kalfakt			Sen start	Tidig färd	Sen färd	Total glapp	Fri glapp
		Total	Återstående	Tim	S	D					
021 AI	LMVvd investerings- etapp 1 färdig	0.1	0.1	9	1	5	8jun67	8jun67	8jun67	0.0	0.0
100 Y0	LMVpl tillbyggnad färd.	0.1	0.1	9	1	5	24feb67	24feb67	22mar67	17.9	2.7
300 Z0	LMVpl normal drift handformn. slinger	0.1	0.1	9	1	5	20mar67	20mar67	8jun67	53.1	53.1
600 Z0	LMVpl normal drift sandberedning	0.1	0.1	9	1	5	17mar67	20mar67	3apr67	8.0	0.0
700 Z0	LMVpl normal drift slingermekanisering	0.1	0.1	9	1	5	8jun67	8jun67	8jun67	0.0	0.0



Figur 7. Projektstyrningens kostnadskontroll och -effekt.

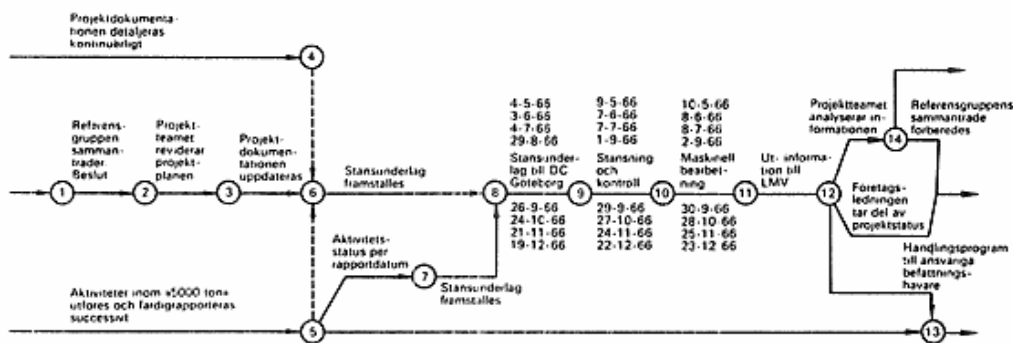
Figur 7 visar den budgeterade utbetalningskurvan och projektets utsträckning i tiden samt faktiska utbetalningar.

För att illustrera de förväntade effekterna av projektstyrningen i tids- och kostnadsavseende har i figuren även inlagts en kurva som representerar den tids- och kostnadsutveckling som man erfarenhetsmässigt skulle erhålla i ett icke styrt projekt av denna omfattning. Man bör observera att det icke styrda projektets slutförande (vid punkten B) inträffar senare och representerar en högre slutkostnad än alternativet med det styrda projektet. Dessutom är vid varje tidpunkt under projektets framdrift ett större kapital bundet i det icke styrda alternativet än i det styrda vilket medför högre kapitalkostnad. Slutligen skall också framhållas att det icke styrda projektet börjar förranta sig vid ett senare tillfälle än det styrda. Om man antar att investeringens livslängd är mera beroende av den teknologiska utvecklingen inom branchen än av den installerade utrustningens fysiska nedslitning så innebär detta en definitiv förkortning av investeringens totala livslängd och därigenom en försämring av dess lönsamhet. En försämring av lönsamheten uppstår för övrigt även som en direkt följd av den högre investeringskostnaden i det icke-styrda alternativet.

Projektstyrningscykeln.

Mål, medel och beslutsmönster för projektorganisationen inom »Projekt 5000 ton« har redovisats i denna artikel. Det har därvid framhållits att projektstyrningen är en dynamisk verksamhet vars upp-

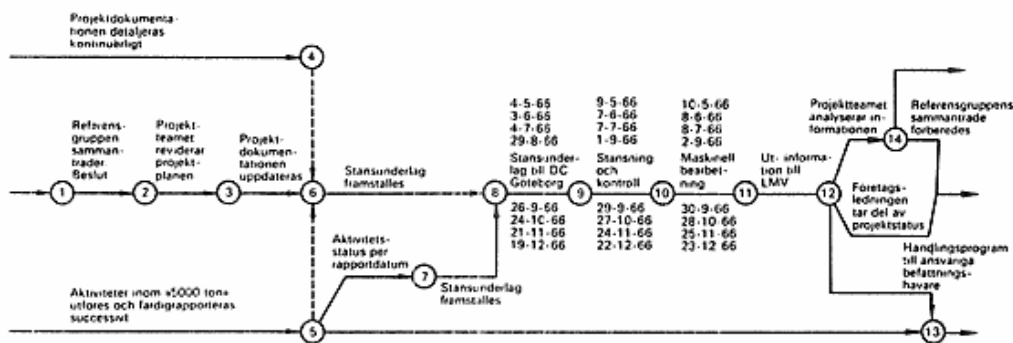
gift bl. a. är att parera och i möjligaste mån neutralisera effekten av uppträdande störningar och avvikelser från det förutsedda. Denna dynamik ställer höga krav på flexibilitet och frihet i projektledningens handlande och motiverar en hög frekvens i informationsflödescykeln. Cykeltiden har i detta fall valts till 20 projektdagar men kan när som helst ändras godtyckligt och något krav på fast cykeltid föreligger inte. Den kan nedåt sägas begränsas av den erforderliga administrativa tiden för informationsbehandling. En fast frekvens i projektstyrningscykeln har emellertid vissa påtagliga fördelar såsom större stabilitet i projektstyrningen, förenklade administrativa rutiner i samband med informationsbehandlingen, möjlighet till långsiktig inplanering av den maskinella databehandlingen. Härigenom erhålles som visas i figur 8, automatiskt en väldefinierad tidsram för de repetitiva aktiviteter som sammanhänger med projektstyrningens administration.



Figur 8. Projektstyrningscykeln.

1. Battersby, A.: Network Analysis For Planning and Scheduling, London 1964.
2. Baumgartner, J. S.: Project Management, Homewood, III, 1963.
3. Bock, R. H., Holstein, W. K.: Production Planning and Control, Columbus, Ohio 1963.
4. Brandenberger, J., Konrad, R.: Netzplantechnik – Eine Einführung, Zürich 1965.
5. Karlsson, T.: Nätverksplanering, Göteborg 1965.
6. Lockyer, K. G.: Arbetsplanering och arbetsuppföljning genom nätverk, Stockholm 1965 (Strömbergs Förlag).
7. Miller, R. W.: How to plan and control with PERT, Harvard Business Review, Vol. 40, No. 2, pp 93-104 March/April 1962.
8. Rathe A.: Management Controls in Business. Chapter in Malcolm D G, Rowe, A. J.: Management Control Systems, New York 1962.
9. Skaggs B.: Network modeling for top management, Data Processing for Management, February 1964, pp 11-16.
10. 1440 Project Control System (1440 -- MX -02X) Users Manual, H20 - 0103 - 1, IBM Data Processing Division, 112 East Port Road, White Plains, New York 10601.

gift bl. a. är att parera och i möjligaste mån neutralisera effekten av uppträdande störningar och avvikelser från det förutsedda. Denna dynamik ställer höga krav på flexibilitet och frihet i projektledningens handlande och motiverar en hög frekvens i informationsflödescykeln. Cykeltiden har i detta fall valts till 20 projektdagar men kan när som helst ändras godtyckligt och något krav på fast cykeltid föreligger inte. Den kan nedåt sägas begränsas av den erforderliga administrativa tiden för informationsbehandling. En fast frekvens i projektstyrningscykeln har emellertid vissa påtagliga fördelar såsom större stabilitet i projektstyrningen, förenklade administrativa rutiner i samband med informationsbehandlingen, möjlighet till långsiktig inplanering av den maskinella databehandlingen. Härigenom erhålles som visas i figur 8, automatiskt en väldefinierad tidsram för de repetitiva aktiviteter som sammanhänger med projektstyrningens administration.



Figur 8. Projektstyrningscykeln.

1. Battersby, A.: Network Analysis For Planning and Scheduling, London 1964.
2. Baumgartner, J. S.: Project Management, Homewood, III, 1963.
3. Bock, R. H., Holstein, W. K.: Production Planning and Control, Columbus, Ohio 1963.
4. Brandenberger, J., Konrad, R.: Netzplantechnik – Eine Einführung, Zürich 1965.
5. Karlsson, T.: Nätverksplanering, Göteborg 1965.
6. Lockyer, K. G.: Arbetsplanering och arbetsuppföljning genom nätverk, Stockholm 1965 (Strömbergs Förlag).
7. Miller, R. W.: How to plan and control with PERT, Harvard Business Review, Vol. 40, No. 2, pp 93–104 March/April 1962.
8. Rathe A.: Management Controls in Business. Chapter in Malcolm D G, Rowe, A. J.: Management Control Systems, New York 1962.
9. Skaggs B.: Network modeling for top management, Data Processing for Management, February 1964, pp 11–16.
10. 1440 Project Control System (1440 -- MX -02X) Users Manual, H20 - 0103 - 1, IBM Data Processing Division, 112 East Port Road, White Plains, New York 10601.