

# PERT, et nyt ledelseshjælpemiddel.



Af BENT ANDERSEN\*)

Pertsystemet er i de seneste år blevet anvendt dels til planlægning og kontrol af store anlægsarbejder dels til analyse af produktionsprocesser. Systemet udnytter elektronregnemaskinernes hurtighed, således at man hele tiden kan være i besiddelse af opdaterede tidsplaner. Tillige udpeges de kritiske dele af et projekt, hvorved topledelsens indsats styres.

En ny teknik til planlægning, koordinering, kontrol og analyse af produktionsprocesser har siden 1959 været anvendt i U. S. A. Der er i løbet af de 3 år teknikken har bestået sket en yderligere udvikling, således at man i dag ikke har nogen generel betegnelse for den. I den seneste litteratur ser det dog ud til, at forkortelserne PERT (Program Evaluation and Review Technique) og CPM (Critical Path Method) bliver stående for betegnelser for teknikens idé.

Pertteknikkens formål er at systematisere den viden man har om et projekt på en sådan måde, at den kan anvendes til:

1. Planlægning (fastlæggelse af arbejdsprocessernes logiske sammenhænge).
2. Tidsplanlægning før og under udførelsen.
3. Kontrol under udførelsen (tidsmæssig og økonomisk).
4. Simulering af tidsmæssige og økonomiske virkninger af forskellige planalternativer.

Den viden der koordineres i Pertsystemet er:

1. Den tekniske viden om forskellige processers anvendelse til udførelse af samme projektdele.

\*) Cand. oecon, I/S Datacentralen af 1959.

2. Den tekniske viden om konstruktion af anvendelige alternative projektdele.
3. Viden om forskellige projektdeles udførelsestid ved anvendelse af en given teknik og givne ressourcer.
4. Viden om de direkte omkostningers størrelse for udførelsen af en projektdel med given teknik og givne ressourcer.
5. Viden om de indirekte omkostningers afhængighed af tiden.
6. Den administrative viden om ansvarsfordelingen for de enkelte projektdele.

Pertsystemet kan for små netværk beregnes i hånden, men da rapporteringshastigheden har betydning, kan det ofte betale sig at anvende elektronregnemaskiner til beregningerne. For større netværker er håndberegning umulig af praktiske årsager.

#### *Kort gennemgang af Pertsystemet.*

Grundlaget for Pertsystemet er et netværk (pildiagram). Det projekt, eller den produktionsproces man vil analysere stilles op i et netværk, fig. 1, der består af knudepunkter og aktiviteter. Aktiviteterne kan dels illustrere udførelsen af arbejdsoperationer samt angive en logisk sam-

*Netværk for fabrikation af bord med hylde.*

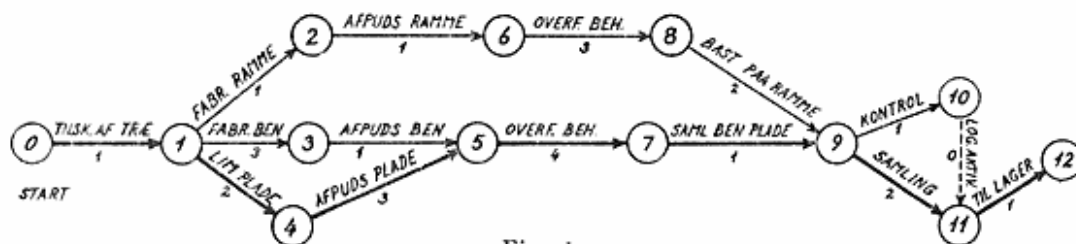


Fig. 1.

menhæng, dels alene angive en logisk sammenhæng. Sidstnævnte kaldes logiske aktiviteter (Dummies i eng. litt.). I netværket tegnes logiske aktiviteter som stiplede pile. Ingen aktivitet kan påbegyndes før alle aktiviteter, der fører til dens udgangsknudepunkt er fuldført.

Aktiviteternes varighed vurderes. Idet man kender arbejdsoperationerne og størrelsen af ressourcerne, foretager man en optimistisk, en normal og en pessimistisk vurdering af udførelsestiden. Heraf beregnes en forventet udførelsestid for hver aktivitet.

Derefter beregnes det tidligst forventede tidspunkt for igangsættel-

sen af hver enkelt aktivitet, samt tidspunktet for færdiggørelsen af hele projektet. Dette sker ved en summering fra venstre mod højre i netværket. Tilsvarende kan man finde det seneste tidspunkt for igangsættelsen af hver aktivitet under forudsætning af, at projektet ikke må forsinkes. Beregningen foregår ved successiv subtraktion af tiderne fra højre mod venstre i netværket. Udgangspunktet er den fundne varighed for hele projektet.

For den følge af aktiviteter, der bestemmer projektets gennemførelsestid, vil tidligste og seneste tidspunkt for igangsættelsen falde sammen. Enhver forsinkelse af disse aktiviteter får indflydelse på gennemførelsestiden. Aktiviteterne siges at ligge på den kritiske vej i netværket. De aktiviteter, hvor der er forskel på tidligste og seneste igangsættelsestidspunkt, kan forsinkes med forskellen, uden at det får virkning for projekttiden. Forskellen mellem tidligste og seneste begyndelsestidspunkt kaldes *slack*\*)).

Kendskabet til den kritiske vej ( $slack = 0$ ) og de øvrige aktiviteters *slack* giver mulighed for anvendelse af »management by exception« princippet. I praksis har det vist sig, at 15–20 % af aktiviteterne har ingen eller lille *slack*, således at ledelsens opmærksomhed kan samles imod en ringe del af projektet. Under udførelsen sker en stadig rapportering af fuldførte aktiviteter. Disse oplysninger tages med i netværket, og nye tidsplaner evt. nye kritiske veje opstår, men ledelsen har stadig mulighed for at anvende sin indsats på de rigtige steder, fordi *slack*et fortæller, hvor de kritiske aktiviteter findes. Kendskabet til den kritiske vej gennem netværket giver mulighed for skøn over omkostningsændringerne ved nedsættelse af gennemførelsestiden. For hver af de kritiske aktiviteter kan man udregne alternative omkostninger for udførelsen ved hjælp af forskellige metoder, således at man får en sammenhæng mellem de direkte omkostninger for hver aktivitet og varigheden. En forkortelse af gennemførelsestiden må ske ved hjælp af de aktiviteter, det koster mindst at fremskynde. I den endelige økonomiske beregning må alle relevante faktorer naturligvis indgå.

Pertsystemets effektivitet afhænger af topledelsens backup. Uden denne får man kun fordele under planlægningen af projekter (planerne bliver bedre, idet flere alternativer kan simuleres, og netværket har vist sig at være et udmærket udgangspunkt for diskussioner om metoder og konstruktioner). De koordinerende indgreb, der gives mulighed for under udførelsen, kan derimod ikke foretages af andre end de ansvarlige

\*) dødtid.

for hele projektets gennemførelse (i modsætning til de ansvarlige for de enkelte aktiviteterets gennemførelse).

*Konstruktion af netværket.*

Tegningen af et netværk skal principielt foregå fra højre mod venstre, idet man begynder med at tegne det knudepunkt, der symboliserer projektets fuldførelse og ender med igangsættelsesordene. I netværket repræsenterer knudepunkterne altid et tidspunkt. Pilene eller aktiviteterne har normalt en tidsmæssig udstrækning, idet de symboliserer et sæt af handlinger, der fører frem til næste knudepunkt. Dette gælder ikke for de logiske aktiviteter, der alene har til formål at udtrykke bindinger mellem knudepunkterne.

I netværket gælder følgende regler:

- a. Ingen aktivitet kan sættes igang før dens udgangsknudepunkt er nået.
- b. Et knudepunkt er først nået, når alle aktiviteter, der fører til det, er fuldført.

Når tegningen af netværket skal foregå, må man i forvejen have opstillet nogle enkle forudsætninger, der skal overholdes i planen. I litteraturen kan man se anbefalinger af at tegne første netværk uden hensyn til de resourcer, man skal anvende. Derved fås et så teknisk ideelt netværk, som det er muligt. I praksis er det ofte resourcerne og ikke teknikken, der bestemmer planens udformning, og det næste skridt bliver at tegne et netværk, hvor der tages hensyn hertil. En sammenligning af de to netværk kan give grundlag for diskussion om hensigtsmæssigheden af resourcernes størrelse. Der kan nævnes andre forudsætninger, f. eks.: Man ønsker, at kun een faggruppe arbejder på projektet ad gange, eller man ønsker, at alle arbejder, der udføres af en faggruppe, ligger i naturlig forlængelse af hinanden. Fælles for målene er, at de ikke må være af tidsmæssig eller økonomisk karakter. Tid og økonomi tages der først hensyn til, når planen for arbejdet er færdig.

Ved udarbejdelsen af netværket kan man lette arbejdet ved at stille følgende spørgsmål:

- a. Hvilke aktiviteter (handling) må være udført før dette knudepunkt er nået.
- b. Hvilke aktiviteter kan evt. udføres samtidig med denne aktivitet begyndende i samme knudepunkt.

I netværket vil indgå to slags egentlige aktiviteter:

- a. Aktiviteter der er planlagt til udførelse i en bestemt sammenhæng, men faktisk kunne udføres i anden sammenhæng.
- b. Aktiviteter der af teknisk nødvendighed må udføres i en bestemt rækkefølge.

Aktiviteterne under a er af særlig betydning, idet de giver muligheder for at ændre planerne under projektets udførelse. For hver aktivitet må findes en arbejds-specifikation, der nøjagtigt angiver, hvilke arbejdsoperationer aktiviteten består af. I forbindelse med en fortegnelse over ressourcer giver dette mulighed for en vurdering af aktivitetens varighed.

Nogle illustrerende eksempler på typiske netværksfigurer.

*Udsnit af netværk for et byggeri.*

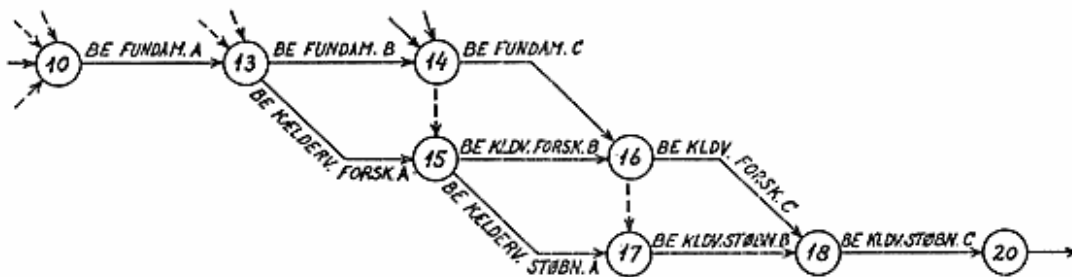


Fig. 2.

Det første eksempel (fig. 2) viser den figur man får, når flere arbejds-hold efter hinanden skal udføre et stykke arbejde på samme sted i en bestemt rækkefølge. Det enkelte holds begyndelsepunkt er bestemt af, at det foregående har udført visse dele af sit arbejde.

*Udsnit af netværk for en beboelsejendom.*

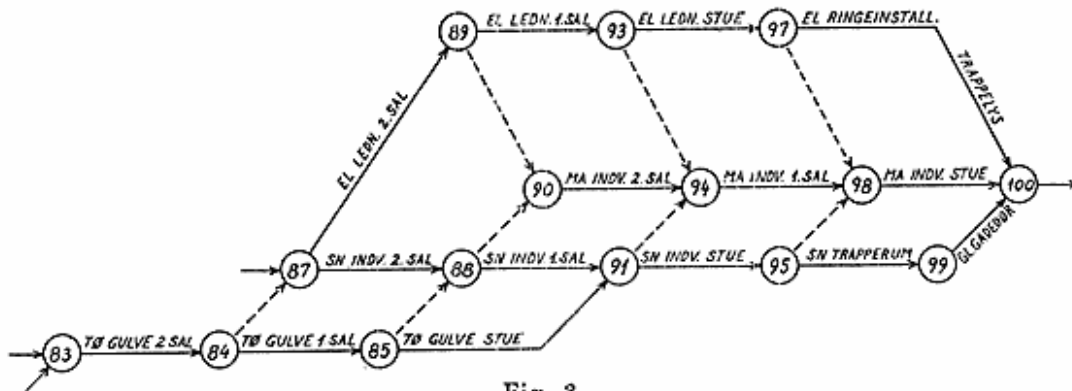


Fig. 3.

Ofte kan et netværk blive uoverskueligt ved første optegning. Det letter overskueligheden at placere de knudepunkter (aktiviteter), der har flest bindinger i midten, således at antallet af skærende aktiviteter bliver mindst muligt (fig. 3).

*Netværkets data:*

Knudepunkterne nummereres. I nogle tilfælde forlanger man, at nummeret for hver aktivitets begyndelsepunkt skal være mindre end slutpunktnummeret. Denne begrænsning gør det muligt at anvende en enkel håndmetode til beregningerne (se senere). Skal beregningerne foregå ved hjælp af en elektronregnemaskine, er nummereringen normalt fri for beregninger.

*Begreber og beregningsformler.*

I dette afsnit gøres rede for de Pertbegreber der vedrører den tidsmæssige afvikling af projektet.

Man kan enten vurdere længden af en aktivitet ved eet tal, den forventede varighed med givne resourcer, eller man kan vurdere

- $\sigma$  den optimistiske
- $n$  den mest sandsynlige
- $p$  den pessimistiske

tid for udførelsen af aktiviteten.

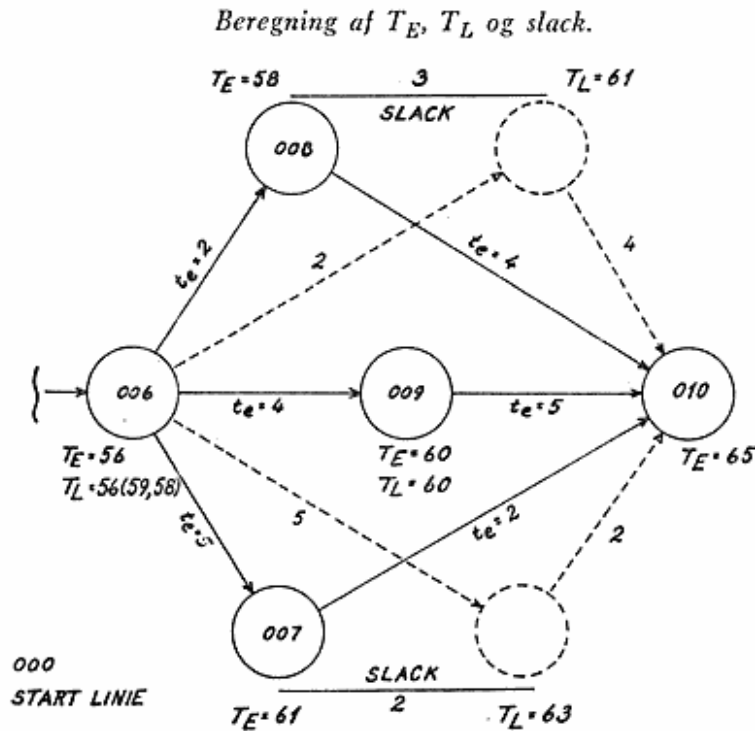


Fig. 4.

Af disse tal beregnes den forventede varighed  $t_e = \frac{1}{6}(\sigma + 4n + p)$   
 afledt af formlen  $\bar{X} = Mo + \frac{1}{3}(Me - Mo)$ . \*)

Dernæst beregnes det tidligste tidspunkt for starten af aktiviteterne  $T_E$ . Man summerer  $t_e$  fra venstre mod højre i netværket. På fig. 4 er  $T_E$  angivet under knudepunkterne. Hvis flere aktiviteter fører til samme knudepunkt, dannes flere  $T_E$  værdier. Da det imidlertid er en regel, at et knudepunkt først er nået, når alle aktiviteter, der fører til det, er fuldendt, må det største  $T_E$  (den længste tid) være gældende og anvendes som udgangspunkt ved den videre summation fra knudepunktet.  $T_E$  for sidste punkt i netværket angiver gennemførelsestiden (normalt) regnes i uger og tiendedele uger (eks. 12.3 uger betyder tolv 5 dages uger og  $1\frac{1}{2}$  dag).

Med udgangspunkt i den fundne gennemførelsestid findes det seneste tidspunkt,  $T_L$ , en aktivitet må fuldendes på, hvis det ikke skal medføre, at projektet forsinkes. Beregningen foretages ved en successiv subtraktion af aktiviteters forventede udførelsestider fra projektiden. På fig. 4 er  $T_L$  anført under knudepunkterne. I de tilfælde, hvor der beregnes flere  $T_L$  værdier for et knudepunkt, skal det mindste tal anvendes, idet der skal være tid til, at den længst varende aktivitet kan blive fuldført.

For hvert knudepunkt er nu beregnet  $T_E$ , det tidligste tidspunkt for starten af aktiviteterne fra punktet, og  $T_L$ , det seneste tilladte tidspunkt for færdiggørelsen af de aktiviteter, der fører til punktet. Hvis  $T_E$  og  $T_L$  er sammenfaldende, vil enhver forsinkelse betyde overskridelse af det senest tilladte tidspunkt. D. v. s. at de pågældende aktiviteter er kritiske. Gennem netværket kan tegnes en vej af kritiske aktiviteter i rækkefølge. Denne kritiske vej bestemmer færdiggørelsestiden for projektet. For de aktiviteter, der har forskelligt  $T_E$  og  $T_L$ , beregnes, hvor stor forsinkelse de kan tåle, uden at det får indflydelse på færdiggørelsestiden. Om forsinkelsesmarginen anvendes udtrykket *slack*.

#### *To slackbegreber.*

Mest umiddelbar interesse har begrebet frit slack. Det findes af formlen  $T_{E_s} - T_{E_b} - t_{e_{bs}}$ . Hvor  $T_{E_s}$  og  $T_{E_b}$  er det tidligste udførelsestidspunkt for en aktivitets slut- og begyndelsesknodepunkt, og  $t_{e_{bs}}$  er aktivitetens forventede varighed. Frit slack beregningen forudsætter, at alle aktiviteterne i netværket påbegyndes til det tidligst forventede tidspunkt. Anvendelsen af frit slack til forlængelse af en aktivitets varig-

\*)  $Mo$  = Modalværdien.  $Me$  = Medianværdien.

Beregning af knudepunkter på den kritiske vej  
i netværket for fabrikation af bord (fig. 1)

$T_E$														
	Til	Fra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	1												
1	1		1	3	2									
2	2						1							
4	3					1								
3	4					3								
6	5							4						
3	6								3					
10	7									1				
6	8									2				
11	9										1	2		
12	10											0		
13	11													1
14	0	1	5	5	3	6	6	10	9	11	13	13	14	$T_L$
	x	x			x	x		x		x		x	x	Kritiske

nr.	Aktivitet		Slack	
	varighed	totalt	frit	
0-1	1	0	0	
1-2	1	3	0	
1-3	3	1	0	
1-4	2	0	0	
2-6	1	3	0	
3-5	1	1	1	
4-5	3	0	0	
5-7	4	0	0	
6-8	3	3	0	
7-9	1	0	0	
8-9	2	3	3	
9-10	1	1	0	
9-11	2	0	0	
10-11	0	1	1	
11-12	1	0	0	

Fig. 5.



hed vil således ikke påvirke tiderne for påbegyndelse eller afslutning for andre aktiviteter.

Totalt slack findes for hver aktivitet som  $T_{L_s} - T_{E_b} - t_{e_{b_s}}$ . Beregningen forudsætter, at alle aktiviteter foran i netværket udføres til deres tidligst forventede tidspunkter, medens alle senere udføres til de senest tilladte tider. Anvendelsen af det totale slack til udstrækning af en aktivitets varighed kan få indflydelse på andre aktiviteters slack.

#### *Metode til beregning af små netværker.*

Beregningerne af de ovennævnte størrelser kan foretages af elektronregnemaskiner. Mindre netværk kan dog beregnes i hånden ved hjælp af ganske enkle regleregler. Eksemplet på figur 1 er gennemregnet i tabellen fig. 5. Bemærk at alle aktiviteter skal udgå fra et knudepunkt med lavere nummer end deres endepunkt. Tiderne er anbragt under aktiviteterne.

#### *Opstilling af en tabel over aktiviteternes tider.*

Tabellen tegnes som vist på figur 5. I tabellens hoved indføres tallene fra 1 til højeste nummer i netværket; i Fra/Til-søjlen skrives tallene fra 0 til det næststørste nummer. Tallet for tidsvurderingen af en aktivitet anbringes i skæringen mellem den række, der har samme nummer som aktivitetens begyndelsespunkt og den søjle, der har samme nummer som slutpunktet.

Eks. Aktiviteten 8-9 med tidsvurderingen 2. I rækken nummer 8 anbringes 2 under 9-tallet i tabelhovedet. Når alle aktiviteter er indført, kan beregningen begynde.

#### *Beregning af $T_E$ .*

Regneregler:

- a. Det tidligste tidspunkt knudepunkt 0 kan indtræde på må i alle tilfælde være sammenfaldende med begyndelsestidspunktet. Da  $T_E$  angiver det antal tidsenheder, der kan forventes at gå fra begyndelsestidspunktet for hele projektet, indtil et givet knudepunkt nås, skal der skrives et 0 udfor knudepunkt 0.
- b. Man bestemmer  $T_E$  i knudepunktsrækkefølgen 1-2-3 --- n.
- c.  $T_E$  for et knudepunkt bestemmes ved at addere tal-

lene i søjlen med samme nummer til de tilsvarende tal i  $T_E$  rækken. Det største af disse tal er  $T_E$  for knudepunktet.

#### *Eksempel.*

Vi tænker os at knudepunkterne 0–4 er beregnet. Beregningen af 5 foregår ved at finde søjlen, der har tallet 5 i tabellens hoved. I søjlen står to tal, 1 og 3. Ved addition med de tilsvarende tal i  $T_E$  søjlen får vi tallene  $1+4=5$  og  $3+3=6$ . Udfør 5 i forspalten skriver vi 6, det tidligste tidspunkt knudepunkt 5 kan forventes at indtræde på.

Forklaringen på fremgangsmåden er følgende, se fig. 1: Man er på dette sted i processen ved at afpudse ben (3–5) og plade (4–5). Da afpudsningen af ben begyndte, var der gået 4 tidsenheder efter fabrikationens start, man kan derfor regne med at blive færdig (nå punkt 5) efter  $4+1=5$  tidsenheder. Tilsvarende var der gået 3 tidsenheder, inden afpudsningen af pladen blev begyndt, operationen tager 3 tidsenheder; følgelig nås punkt 5 efter 6 tidsenheder. Da man har forudsat i planen, at ben og plade skal overfladebehandles samtidig, kan denne ikke begynde før begge er færdige, punkt 5 nås derfor 6 tidsenheder efter begyndelsen af fabrikationen. Benene venter 1 tidsenhed.

#### *Beregningen af $T_L$ .*

Regneregler:

- a. Fra  $T_E$  søjlen overføres det nederste tal (udførelses-tiden) til den plads i  $T_L$  rækken, der svarer til højeste knudepunktsnummer, d. v. s., at det senest tilladte tidspunkt for færdiggørelse sættes lig med det tidligst forventede.
- b. Beregningen af  $T_L$  foretages fra højeste til laveste knudepunktsnummer.
- c.  $T_L$  for et knudepunkt findes ved at subtrahere tallene i den tilsvarende række fra tallene i  $T_L$  rækken. Det mindste tal er  $T_L$  for knudepunktet. Det senest tilladte tidspunkt for færdiggørelse, hvis planen skal holdes.

*Eksempel.*

Vi tænker os at knudepunkt 12, 11 og 10 er beregnet. Beregningen af punkt 9 foregår ved at trække tallene i 9-rækken (1,2) fra de tilsvarende tal i  $T_L$  rækken (13,13). Det mindste af resultaterne (12,13) er  $T_L$  for knudepunkt 9.

Fortolkningen af fremgangsmåden er følgende (se fig. 1): De senest tilladte tider for færdiggørelsen af punkterne 10 og 11 under forudsætning af, at hele fabrikationen skal være færdig, er beregnet til 13 tidsenheder for begge. Vi betragter de to aktiviteter 9-10 og 9-11. For at kunne udføre samlingen 9-11 uden at forsinke planen, skal der være 2 tidsenheder til rådighed. Punkt 9 skal derfor være klar  $13-2 = 11$  tidsenheder efter arbejdets påbegyndelse, for at samlingen ikke skal forsinke udførelsen. Tilsvarende kan man beregne, at punkt 9 skal være klar  $13-1 = 12$  tidsenheder efter beg., hvis kontrollen skal nås. Da begge skal udføres inden for planen, må punkt 9 være nået 11 tidsenheder efter begyndelsen.

De punkter, der ligger på den kritiske vej, findes ved en sammenligning mellem  $T_E$  og  $T_L$ , hvor de er ens, afmærkes knudepunktet i rækken Kritisk.

*Beregning af totalt og frit slack (fig. 5):*

Totalt slack for en aktivitet  $A-B$  med varigheden  $a$  beregnes efter formlen  $T_{L(B)} - T_{E(A)} - a$ .

Frit slack for en aktivitet  $A-B$  beregnes efter formlen  $T_{E(B)} - T_{E(A)} - a$ .

*Indførelse af omkostninger i Pertsystemet.*

De begreber, der er omtalt indtil nu, udgjorde hele systemet indtil 1961. Man var allerede på et tidligt tidspunkt i udviklingen klar over, at omkostningerne måtte med, men da systemet viste sig anvendeligt for mange formål, som det var, gik der ca. 3 år, inden Pert cost eller CPM blev udviklet.

Pert costs formål er dels at udføre løbende budgetkontrol på grundlag af indberetninger om udførte aktiviteter, dels på planlægningsstadiet at simulere forskellige planers omkostninger.

Sidstnævnte udføres således:

- a. Efter første gennemregning findes den kritiske vej og tillige områder med lille slack (evt. skal der flere beregninger af alternative planer til, inden man lægger sig fast på en enkelt).

- b. Alle aktiviteter med 0 eller lille slack (ca. 20 % af netværkets aktiviteter) omkostningsvurderes. Vurderingens formål er at fastlægge de direkte omkostningers afhængighed af den tid, der anvendes til en aktivitets udførelse. De nuværende systemer arbejder enten med en lineær omkostningskurve, hvis forløb er fastlagt af de punkter, der findes ved at vurdere omkostningerne for alternative metoder, og dertil svarende udførelsestider, eller med de vurderede punkter alene. Den første metode tillader interpolation, medens den sidste går ud fra, at omkostningssammenhængen i realiteten kun eksisterer som punkter, og interpolation derfor er meningsløs.

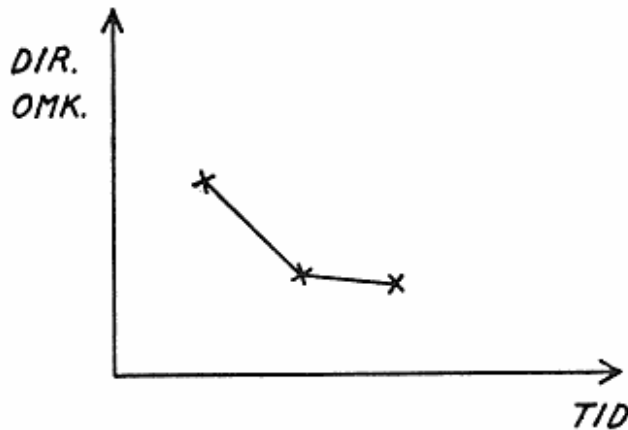


Fig. 6.

Fig. 6 illustrerer begge alternativer, dels de fremhævede punkter, dels kurven der fremkommer ved at forbinde punkterne med rette linier.

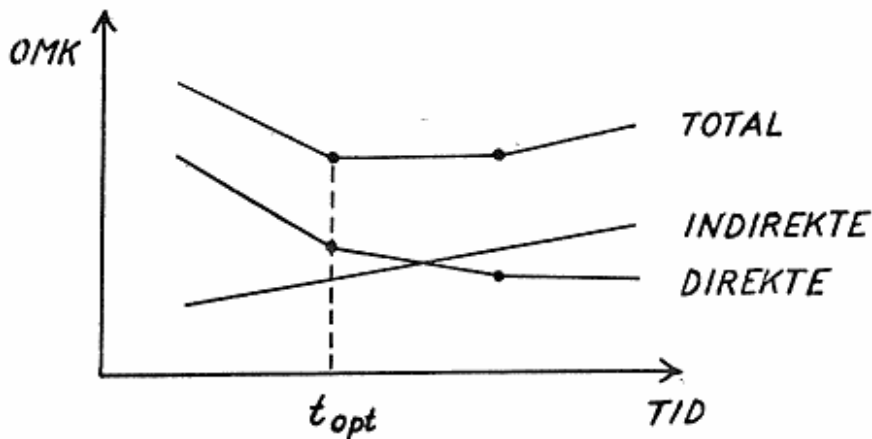


Fig. 7.

Tænker man sig at arbejdet ønskes afkortet, må dette udfra en økonomisk vurdering ske i den aktivitet, hvor tiden kan købes billigst. I den lineære omkostningskurve, der hvor hældningen er mindst.

Man kan altså simulere sig frem til den direkte omkostningskurve (fig. 7), da også den indirekte kurve er kendt, kan total omkostningerne findes og det endelige minimum bestemmes. Planen kan derefter baseres på denne tid.

Denne del af Pertsystemet har kun været anvendt i kort tid, hvorfor erfaringsmaterialet er sparsomt. At systemet må have visse begrænsninger kan anskueliggøres ved følgende spørgsmål:

- a. Kan en ændret teknik ved udførelsen af een aktivitet ikke medføre, at andre aktiviteters udførelsesmetode ændres? (Eks. man anskaffer en kran til at udføre en bestemt operation; den kan sikkert bruges til andet, når den først er der).
- b. Hvis man ønsker et arbejde fremskyndet, er det så ikke formålstjenligt at se på, om konstruktionen er hensigtsmæssig? I Pertsystemet tales der kun om een konstruktion.
- c. Er det rigtigt at forudsætte generelt, at aktiviteterne er uafhængige set fra økonomiske og tidsmæssige synsvinkler?

Den litteratur der findes om Pert cost fremhæver den gunstige virkning, systemet har som grundlag for yderligere planlægning. Gennemarbejdningen af alternativerne bevirker, at man ikke står på bar bund, hvis de vedtagne planer bryder sammen og nye skal udarbejdes under et stærkt tidspres.

Nogle eksempler på anvendelsesområder.

#### *Analyser af produktionsprocesser.*

Med det gennemregnede eksempel (fig. 1) er antydnet, at det vil være muligt at anvende metoden til analyse af arbejdsprocesser. Det vil formentlig være i sådanne tilfælde, at håndmetoden har sin berettigelse. Når antallet af knudepunkter overstiger 50, bliver det imidlertid besværligt, og maskinberegning kan da foretages.

#### *Planlægning og kontrol af byggeri og anlægsarbejder.*

De dele af netværk der vist (fig. 2 og 3) stammer fra netværk for byggeri af en beboelsesejendom. Kontrollen med det udførte arbejde bevirker, at man hele tiden kan give regnemaskinen oplysninger, der resulterer i en opdateret tidsplan, hvor der er taget hensyn til uregelmæssigheder, der er indtruffet. Planlægningen kan fortsætte under udførelsen, idet man kan ændre visse dele af planen med et bestemt mål

for øje. Når planen er ændret, kan man få det simulerede resultat af den nye plan og derved sikre sig, at virkningerne er tilstrækkelige for det tilsigtede formål.

Pertmetoden kan tillige anvendes til arrangering af udstillinger, styring af salgsindsats for nye produkter, gennemførelse af rationaliseringsforanstaltninger og planlægning af statistiske undersøgelser.

#### *Pertmetodens udbredelse.*

Metoden er udviklet i U. S. A. i 1958–59 og er siden anvendt i stadig stigende udstrækning. I Europa er man længst fremme i England, medens udbredelsen på kontinentet først er ved at komme igang. Anvendelsen af elektroniske beregningsanlæg har vist sig at være en nødvendig forudsætning for brugen af Pert til de fleste formål. Metoden spredes derfor sammen med elektroniske beregningsanlæg.

#### *Litteratur:*

- Pert Cost. Systems Design, June 1962, (Office of the Secretary of Defense).  
 Fundamentals of Network Planning and Analysis, Jan. 1962 (Remington Rand Univac).  
 Network Models for Project Scheduling, B. M. Christensen, Machine Design, May 1962 og 5 ff. nr.  
 Pert Summary Report, phase 1 and phase 2, 1958, (U. S. Government Printing Office).  
 En fyldig bibliografi findes i Journal of Operations Research, Sept.–Oct. 1962, side 728.

for øje. Når planen er ændret, kan man få det simulerede resultat af den nye plan og derved sikre sig, at virkningerne er tilstrækkelige for det tilsigtede formål.

Pertmetoden kan tillige anvendes til arrangering af udstillinger, styring af salgsindsats for nye produkter, gennemførelse af rationaliseringsforanstaltninger og planlægning af statistiske undersøgelser.

*Pertmetodens udbredelse.*

Metoden er udviklet i U. S. A. i 1958–59 og er siden anvendt i stadig stigende udstrækning. I Europa er man længst fremme i England, medens udbredelsen på kontinentet først er ved at komme igang. Anvendelsen af elektroniske beregningsanlæg har vist sig at være en nødvendig forudsætning for brugen af Pert til de fleste formål. Metoden spredes derfor sammen med elektroniske beregningsanlæg.

*Litteratur:*

- Pert Cost. Systems Design, June 1962, (Office of the Secretary of Defense).  
 Fundamentals of Network Planning and Analysis, Jan. 1962 (Remington Rand Univac).  
 Network Models for Project Scheduling, B. M. Christensen, Machine Design, May 1962  
 og 5 ff. nr.  
 Pert Summary Report, phase 1 and phase 2, 1958, (U. S. Government Printing Office).  
 En fyldig bibliografi findes i Journal of Operations Research, Sept.–Oct. 1962, side 728.