

# Tids- og arbeidsplanlegging

Systemer og anvendelser i Vest - Tyskland

*Av sivilingeniør Johan Kristian Bø*

Norges byggforskningsinstitutt

Oslo 1963

---

Særtrykk av BYGG, nr. 1, 1963

# Tids- og arbeidsplanlegging

## Systemer og anvendelse i Vest-Tyskland

Av sivilingeniør Johan Kristian Bø

Norges byggforskningsinstitutt

DK 6900.2(43)

Forfatteren besøkte i 1961, med stipend fra NTNF, en rekke Vest-Européiske land og studerte arbeidsplanlegging i bygg- og anleggsbransjen — delvis i firmaer og delvis i institutter. Denne artikkelen behandler forholdene i Vest-Tyskland.

### 1. Innledning

I alle Vest-Européiske land arbeider byggefirmaer, delvis i samarbeid med forskningsinstitutter, med utvikling av planleggingssystemer for produksjonen på bygge- og anleggsplasser. Bakgrunnen for dette er kravet om effektivitet i en stigende konkurranse firmaene imellom, samt de økende krav som den økonomiske utvikling stiller til bygge- og anleggsindustrien. Mangel på folk i sin alminnelighet og på fagfolk i særdeleshet, gjør det nødvendig å utnytte disse knapphetsfaktorer bedre. Rent konkret møter de enkelte firmaer problemene på tre måter, nemlig ved å utvikle systematisk arbeidsplanlegging, ved mekanisering av arbeidsoperasjoner og ved å utvikle spesielle byggesystemer. Vi skal her se spesielt på tids- og arbeidsplanleggingen.

Hos oss arbeider Norges byggforskningsinstitutt med disse problemer i samarbeid med interesserte firmaer. Resultatene er blitt lagt frem for bygningsindustrien gjennom de kurser instituttet har holdt for byggeledere. En oversikt fins i NBI, særtrykk nr. 56.<sup>1</sup>

### 2. Utviklingen i Vest-Tyskland

En institusjon som har nedlagt et stort arbeid for systematisk rasjonalisering i bygningsindustrien i Vest-Tyskland, er IFA — Institut für Arbeits- und Baubetriebswissenschaft i Stuttgart. Instituttet, som ledes av Dr. G. Dressel, ble opprinnelig startet som et konsulentfirma for bedriftsrasjonalisering, og har etter hvert gått over til å spesialisere seg i bygge- og anleggsindustrien, og arbeider nå utelukkende på dette felt. Instituttet er en privat institusjon som arbeider på oppdragsbasis, og er det største på sitt område i Vest-Tyskland. Arbeidet foregår i nær kontakt med bygge-

plassene med analyse av metoder og driftsproblemer. For å demonstrere hvilken økonomisk vinst en detaljert arbeidsplanlegging kan gi, ble «Musterbaustelle Bergheimer Hof» i nærheten av Stuttgart, gjennomført under IFA's ledelse i 1955.

To byggefelter med like hus ble drevet parallelt, det ene planlagt og ledet av IFA, det andre drevet tradisjonelt. Begge byggefelter var bortsatt til entreprenører, men mønsterbyggeplassen ble drevet i samarbeid mellom entreprenør og IFA. Besparelsen regnet i medgatte arbeidstimer var vel 30 % inklusive tiden for ekstra planlegging. Forsøksbyggene ga rasjonaliseringsarbeidet på byggeplassene et puff fremover, og gjorde det mulig å underbygge verdien av rasjonaliseringsarbeidet med pålitelige tall.

Musterbaustelle Bergheimer Hof resulterte i en rekke nye oppgaver for IFA, og i senere år er det gjennomført en rekke «Demonstrativbaustellen» under instituttets ledelse. For tiden planlegger IFA en rekke prosjekter i størrelsesorden 5—10 000 leiligheter i samarbeid med lokale byggeselskaper. Den største oppdragsgiver for IFA er «Forschungsgemeinschaft Bauen und Wohnen», et statlig forskningsinstitutt underlagt boligministeriet i Forbundsrepublikken.

### 3. Tidsplanlegging

Planleggingen av byggeoppgaven faller i to hovedtrinn. Ut fra de tekniske forutsetninger gjelder det i første rekke å velge og plasere utstyr og hjelpemidler, dernest å bestemme nødvendig mannskap til å gjennomføre arbeidet. Det neste trinn blir så i tidsmålestokk å koble utstyr og arbeidere sammen i en produksjonskjede. Begge oppgavene byr på mange problemer, og løsningene gir tilsammen driftsresultatet.

Generelt kan en si at tidsplanleggingen har fire hovedformål:

<sup>1</sup> Terminplaner. Av siv.ing. R. Hugsted. NBI særtrykk nr. 56.

1. Sikre at byggherrens oppgitte tidsfrister overholdes.
2. Styre arbeidet slik at mannskap, maskiner og hjelpemidler kan utnyttes optimalt.
3. Gi grunnlag for lønssystemer basert på innsats.
4. Lette kontroll og etterkalkulasjon, samt gi grunnlag for nye planleggingsoppgaver.

Tidsplanleggingen var alltid delt i to trinn — en *Bauablaufplan* for hele eller en avgrenset del av byggefeltet, og *Bauzeitpläne* for de enkelte blokker eller mindre grupper av hus.

Bauablaufplanen gir som *grovplan* en oversikt for alle interesserte parter over utviklingen av byggeprosjektet. Det er et rimelig krav at f. eks. byggherren vil se hvilken tid han kan regne med å ta husene eller anlegget i bruk. Grovplanen skal også gi en oversikt over fordelingen av arbeidslagene og disponering av driftsmidlene for et byggetrinn eller større del av anlegget.

Fra denne grovere planlegging utvikles den detaljerte arbeidsplan. For tyske byggeplasser har oppdelingen i en «Grobplan» og «Feinpläne» en spesiell betydning. Det vanlige er at entreprenørene i Hochbau er små — eller middels store firmaer — og byggefelter av noen størrelse blir ofte fordelt på flere entrepriser for råbyggoppførelsen. For byggeledelsen er derfor oversiktsplanene et nødvendig utgangspunkt for kontrollen på byggeplassen. En svakhet ved de fleste av planene ut-

arbeidet av IFA og tilsvarende institusjoner, var at innredningsarbeidene ikke var tatt med i planene. Dette skyldes at entreprenørene for råbygget arbeider helt adskilt fra entreprenørene for de forskjellige innredningsarbeider, og rasjonaliseringsbestrebelsene hittil er blitt rettet mot oppføringen av råbygget.

Det er klart at det kan gjøres store rasjonaliseringsvinster også ved installasjons- og innredningsarbeider, og arbeidet med innsamling av grunnlagsmateriale for styring av slike arbeider er i gang.

#### 4. Arbeidsbeskrivelse og standardtider

All planlegging av arbeidsforløpet i tidsskala starter med sammenstilling av de arbeidsoperasjoner som skal utføres. Mens anbudsbeskrivelsen er inndelt etter konstruksjonsdeler, skal arbeidsbeskrivelsen inneholde de enkelte operasjoner i den rekkefølge det er hensiktsmessig å utføre dem. Et eksempel på en arbeidsbeskrivelse som underlag for tidsplanen, er vist i *fig. 1*.

Av tabellen regner en ut den tid det vil ta å utføre de enkelte arbeidsoperasjoner. Utregningen skjer på grunnlag av standardtider, dvs. timeverk pr. enhet, og beregnede masser. Oppdelingen skjer i etasjer eller andre hensiktsmessige seksjoner som utpeker seg som avgrensede arbeidsfelter.

Arbeidsoperasjonene er fordelt på grupper som avpasses til lagenes fagområde og arbeidsbelast-

Nr.	Post i kontrakt	Gruppe	Arbeidsbeskrivelse	Mengde	Enhet	Planlagt		
						Std.-tid.	Totalt	
							Timev.	Dagsv.
			<i>Arbeider i armert betong</i>					
			<i>Kjelleretasje</i>					
1	17	51	Forsk. av søyler over 40/40	14,85	m <sup>2</sup>	1,25	18,56	
2	17		Forsk. av søyler under 40/40	22,05	m <sup>2</sup>	1,35	29,77	
3	19		Forsk. av søyler i fasade	5,40	m <sup>2</sup>	1,90	10,26	
4	24		Forsk. av dragere under 40 cm	46,80	m <sup>2</sup>	1,40	65,52	
5	21		Forsk. av dragere over 40 cm	13,05	m <sup>2</sup>	1,30	16,97	
							141,08	15,7
			<i>Murarbeider</i>					
			<i>Underetasje</i>					
59	7	M <sub>2</sub>	1-steins tett mur	12,15	m <sup>3</sup>	6,55	79,58	
60	7		Piper fra vederlag	4,00	m <sup>3</sup>	1,90	7,60	
63	11		1/2-steins forblenning	33,00	m <sup>2</sup>	0,75	24,75	
							111,93	12,4
			<i>Loftetasje</i>					
71	21	M <sub>2</sub>	1/2-steins gavlvegger	16,40	m <sup>3</sup>	6,05	99,22	
72	21		Pipe, treløps	3,70	m <sup>3</sup>	1,90	7,03	
73	21		Pipe, ettløps	3,70	m <sup>3</sup>	1,10	4,07	
74	21		1/2-steins forblenning	72,00	m <sup>2</sup>	0,75	54,00	
							164,32	18,3

Fig. 1. Utsnitt av tysk arbeidsbeskrivelse med planlagt tid fordelt på arbeidslag.

BAUABLAUFPLAN

Baustelle: REUTLINGEN ORSCHEL HAGEN

Firma: ARGE.

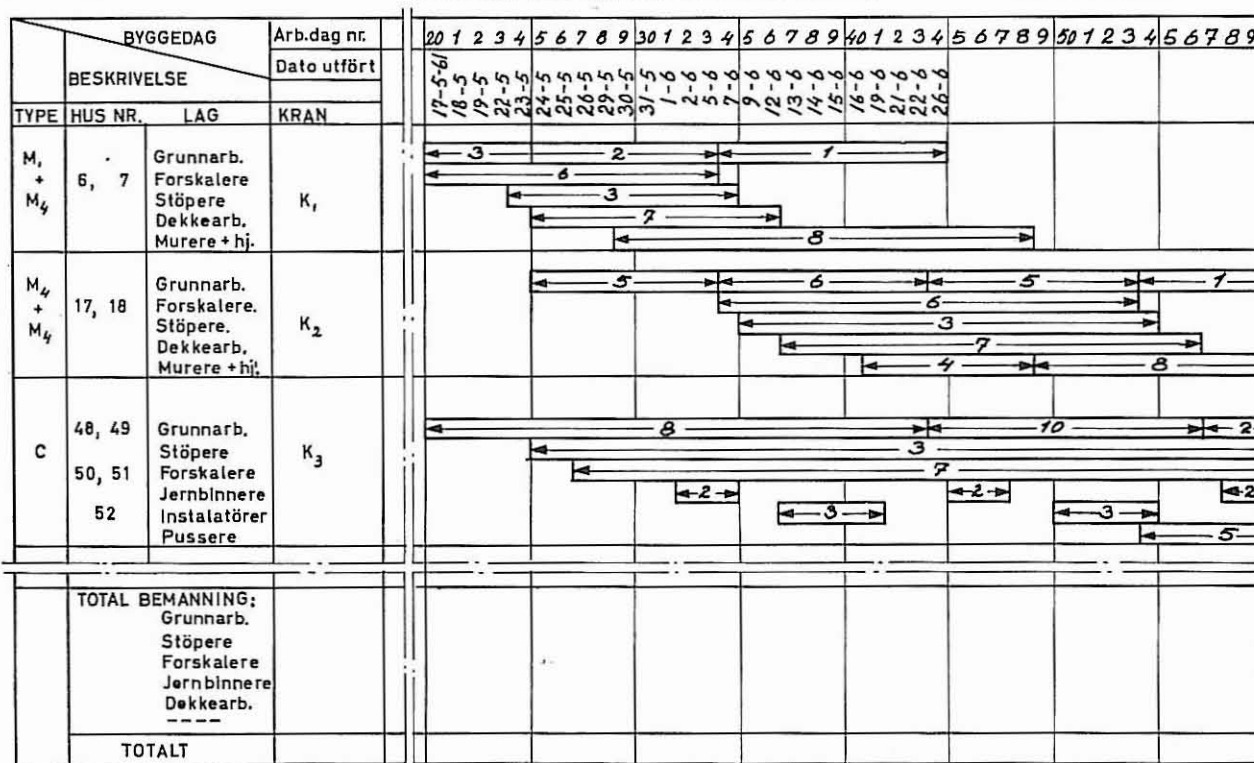


Fig. 2. Utsnitt av «Bauablaufplan» utarbeidet av IFA.

ning. Det numeriske grunnlaget for terminplanen er i all sin enkelhet nøkkelen til et vellykket resultat. Masseberegningen gir fordeler for kontroll og materialbestillinger. Ved planleggingen går en igjennom tidsforløpet og koordineringen lagene imellom. Det er da en avgjort fordel at arbeidslederne kan være med ved denne del av planleggingen.

Den usikre faktor i arbeidsplanleggingen er fastleggelsen av normaltidforbruket. Den sikreste måten å fastlegge dette på er ved serier av arbeidsstudier. På dette område har IFA og andre institusjoner i Tyskland nedlagt et omfattende arbeid i de senere år. Hensikten har vært å skaffe opplysninger for bedre tilrettelegging av arbeidet og valg av metoder, men spørsmålet normal arbeidstid har nok i enda sterkere grad vært knyttet til problemet lønn etter ytelse.

Som oppdrag for en gruppe firmaer i Stuttgart-området utførte IFA en rekke studier på alle typer av byggearbeider utført av hovedentreprenør. Sammen med studiene ble det utarbeidet en felles gruppering av alle arbeidsoperasjoner ordnet etter desimalsystem — den såkalte Bauarbeitsschlüssel (BAS). Denne har ført til ensartet oppdeling og kontroll av arbeidet, og timeforbruk pr. arbeidsenhet er direkte sammenliknbare for de firmaer som nytter BAS-nøkkelen. Etter hvert har en rekke

entreprenørfirmaer tilknyttet IFA's «Beratungsring»-system gått over til å bruke BAS-inndelingen og det grunnleggende tallmaterialet. Beratungsringene teller ca. 130 firmaer i Tyskland, Sveits, Østerrike og Nord-Italia, og er et av de mest effektive ledd i IFA's virksomhet. Det vil føre for langt her å gå nærmere inn på hvordan dette arbeidet er organisert.

5. Skjematisk framstilling

Tidsplanleggingen tar sikte på å vise i tidsskala hvilket arbeid som utføres og hvor det skjer. I planen kobles arbeidsoperasjoner og lag sammen. Planene framstilles i to varianter, nemlig:

- tid-operasjonsdiagrammer med kodet stedsangivelse
- tid-stedsdiagrammer med lag og operasjon beskrevet

I begge tilfelle kodes variasjoner i lagstørrelsen. Framstillingsformen blir for husbygging den vanlige med horisontal tidsskala og arbeidsoperasjon eller lag vertikalt.

Bauablauf-planen. Fig. 2 viser et utsnitt av en Bauablaufplan fra demonstrasjonsbyggeplassen Reutlingen. Tidsinndelingen er i arbeidsdager, og bygger på det antall dagsverk beregningen i arbeidsbeskrivelsen gir. Under utførelsen påføres dato for ferdiggjøring av de enkelte blokker og

arbeidsoperasjoner slik at framdriften til enhver tid kan leses av planen.

Planen gir en oversikt over disponeringen av arbeiderne i byggetiden. Dessuten får man hele tiden en oversikt over bemanningen som i byggetiden holdes så jevn som mulig. En egen rubrikk angir hvilke kraner som skal nyttes.

*Bauzeit-planen.* En detaljering av oversiktsplanen resulterer i en terminplan for en blokk eller et mindre avsnitt av byggefeltet. Denne oppstillingen gir den detaljering en trenger for å følge opp arbeidet, foreta bestillinger og utnytte mannskap og maskiner optimalt.

Fig. 3 viser et utsnitt av en plan fra byggeplasen Lindenheim ved Freiburg. Det er lagt vekt på å dele opp arbeidet slik det skal utføres i kronologisk orden. Tidsskalaen har en dobbeltlinje — én for planlagt tid i form av arbeidsdager og en skala datert fra startpunktet. De dagsrapporter som føres

av lagbasene, skal korrespondere med datoskalaen.

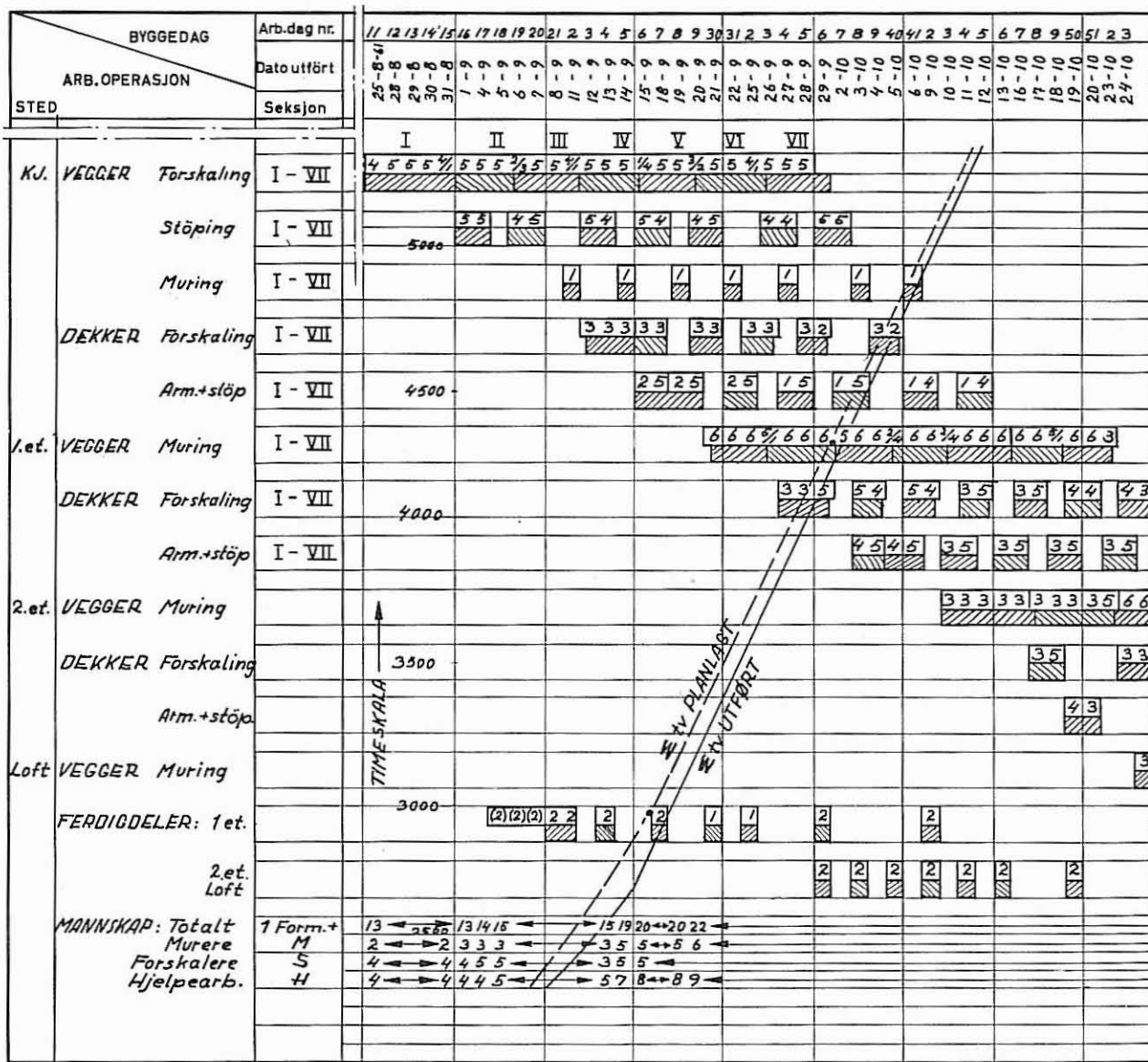
For hver operasjon er det også en dobbeltrubrikk — én for planlagt og én for utført arbeid.

Eksemplet fig. 3 viser framdriften på en blokk på to etasjer med kjeller og loft. Blokken har 7 oppganger, og arbeidet er planlagt oppgang for oppgang. Ved planleggingen av arbeidet på hver seksjon — oppgang — er det tatt hensyn til den innøvningseffekt lagene får etter hvert.

#### Innøvningseffekten

*Innøvningseffekten* er det springende punkt i planleggingsprosessen. På samme måte som en idrettsutøver ved jevn trening tilbakelegger en fast distanse på stadig kortere tid med samme innsats, trenger en arbeider færre timeverk for å utføre samme arbeidsmengde når arbeidsoperasjonen gjentas. Denne effekten gjør seg gjeldende for alt arbeid, men virkningen er sterkere for enkelte fag

Fig. 3. Utsnitt av «Bauzeitplan» utarbeidet av IFA.







enn for andre og varierer også med arbeiderens personlige egenskaper.

Fig. 4 viser en innøvingskurve for dekkeforskalning.

Ytelsestallene i kurven gjelder for dekkene i samme blokk med samme mannskap og tradisjonelt system med regulerbare trestøtter, 2" x 6" bjelker og standardlemmer. Gjennomsnittstiden pr. m<sup>2</sup> er regnet ut på grunnlag av utførte tidsmålinger.

*Arbeidskjeden.* Hensikten med planleggingen er å utnytte mannskap og maskiner best mulig. Dette skjer ved at arbeidslagene følger etter hverandre i en arbeidskjede, og utfører de samme arbeider i like tidsintervall om og om igjen. Dette kalles i Tyskland taktarbeid og gir muligheter for å utnytte innøvingseffekten ved organiseringen av arbeidet.

Effekten utnyttes i planleggingen på to måter:

1. Ved å øke takten, dvs. redusere antall timer pr. seksjon.
2. Ved å redusere bemanningen og beholde takten.

Ved den tyske planleggingen foretrekkes det siste alternativ, eventuelt en kombinasjon. Dette framgår av fig. 4, hvor det i flere av lagene foretas reduksjoner etter hvert. Det er da en forutsetning at de arbeidere som frigjøres, overføres til andre arbeidsoperasjoner i samme fagområde eller danner nye lag på andre avsnitt.

Ved planleggingen går en, som vist, ut fra standardtider ved beregning av arbeidsmengden, men ved fastsettelsen av arbeidstakten brukes hele arbeidsdager ut fra praktiske hensyn. Halve arbeidsdager som lørdager etc., er det derfor vanskelig å få innpasset effektivt. Mange steder har en derfor gått over til 5 dagers uke å 9 timer, som eksemplet fig. 3 og fig. 4 viser.

Hvis et lag ikke kan fylle takten, settes det på et utfyllende arbeid, slik en vanligvis gjør på tradisjonelle bygggearbeider.

## 6. Lønnssystem

Over alt i Vest-Europa er det for tiden stor interesse for lønn etter ytelse. Spesielt i Vest-Tyskland diskuteres forskjellige former for akkord- og bonussystemer. Man går ut fra at den nødvendige produktivitetsforbedring bare kan oppnås gjennom en eller annen form for lønn etter ytelse.

På fig. 3 er det inntegnet sumkurver for medgåtte timeverk for de lag som inngår i taktarbeidet. Timeskalaen vertikalt sammen med planlagte dagsverk gir sumkurven for planlagt arbeidstid. På grunnlag av de utførte dagsverk framkommer kurven for de timeverk som til enhver tid er medgått.

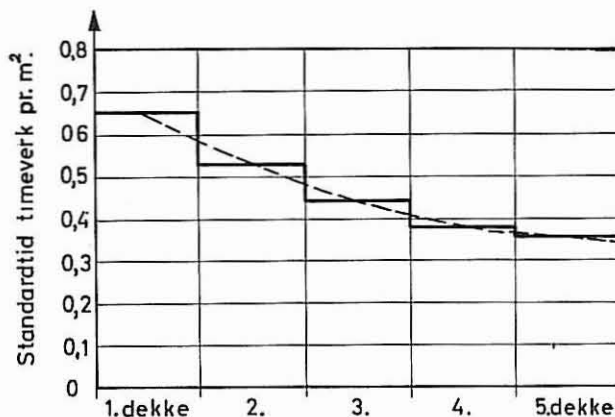


Fig. 4. Innøvingskurve for dekkeforskalning.

Avtalen mellom firmaet og arbeiderne går ut på at så lenge de klarer å oppfylle programmet, dvs. at sumkurven for medgåtte timeverk følger eller ligger under det antall timeverk som pr. dato var planlagt, utbetales en premie. I det foreliggende tilfelle er premien for å følge planen 20 % øking i tariffert timelønn. Planen er ut fra dette basert på at det er foretatt en tilsvarende reduksjon i standardtidene innsamlet fra bygg med ren timelønnsbetaling.

Systemet vil på denne måten virke som en ren premieakkord, og gir muligheter for direkte kontroll av framdriften. Ved neste bygg vil det være muligheter for å øke bonusen ytterligere dersom erfaringene viser at dette er riktig.

I Hamburg og Berlin brukes et akkordsystem på linje med vårt eget. Dessuten finnes systemet med «Leistungslohn», dvs. lønn basert på tidsstudier med ytelsesvurdering.

Inntrykket er at systemet med fellesakkord foretrekkes fordi dette fremmer samarbeidet mellom arbeidslagene, og gjør det lettere å oppfylle arbeidsplanen.

## 7. Planlegging ved veianlegg

De planleggingssystemer som er beskrevet foran, er vesentlig anvendt på husbygging, og vi skal derfor se på et eksempel fra anleggssektoren.

Arbeidsteknisk skiller driften av et anlegg seg fra de rene husbyggingsoppgaver vesentlig ved at færre arbeidsoperasjoner griper inn i hverandre. Til gjengjeld er maskininnsatsen av større betydning, og intensivering av driften en nødvendighet. Terminplanen vil også ved anleggsdrift være en god hjelp til koordinering og styring av arbeidet. For veianlegg og liknende typer av anlegg gir tid-sted diagrammet ofte den beste oversikten.

I fig. 5 a) og b) er vist et eksempel på en tidsplan utført av IFA's anleggsavdeling som oppdrag for et veibyggingsselskap. De to figurene er utsnitt av en og samme plan. Den første gir en oversikt over

utstyr, maskiner og mannskap koblet sammen med en tidsskala. De materialmengder som medgår, er oppført i en egen kolonne i tidsskjemaet. Sammenholdt med arbeidsbeskrivelsen i skjemaets høyre halvdel kan en se hvor de forskjellige materialer skal brukes. En egen rubrikk gir bemanningen til enhver tid. Arbeidet omfatter nybygging av enkelte parseller og ombygging og utvidelse av en eksisterende vei. På denne strekningen føres trafikken fram på veibanens ene halvdel under arbeidets gang. Dette er det tatt spesielt hensyn til i planen.

Skråstrekframstillingen i tid-sted-skjemaet krever en påskrift for arbeidsoperasjonene i skjemaet. Første del av matjordavtakingen begynner ved km 0 + 321 den 6. dag, og er planlagt å ta to dager fram til km 0 + 570 (fig. 5 b). Dette er tenkt utført med bulldozer nr. 2 (fig. 5 a). Maskinen flyttes deretter til km 0 + 816, og arbeidet fortsetter i vel 3 dager fram til ca. 0 + 980. De skråstreker som faller fra høyre mot venstre, viser at arbeidet drives fra et høyere pelnummer mot et lavere.

Framstillingsformen er fordelaktig ved skjærings- og fyllingsarbeider som utføres parallelt, idet en også får inn transportavstander direkte i skjemaet. Grunnlaget for planen er standardtider for maskiner og manuelle arbeidsoperasjoner. Hellingen på operasjonslinjene gir et bilde av hvor tidkrevende de enkelte arbeider er.

Som i husbygging tegnes en oversiktsplan og en detaljert arbeidsplan. Framstillingsmåten er den samme for begge typer.

#### Avslutning

Praktisk tidsplanlegging utført av Institut für Arbeitswissenschaft, har vært prøvet på vesttyske byggeplasser i 6—7 år. Grunnlaget bygger på erfaringstall fra en rekke arbeidsstudieundersøkelser. Etter hvert har en rekke entreprenørfirmaer som

står tilknyttet IFA's virksomhet, overtatt og videreført planleggingsteknikken på sine byggeplasser.

Erfaringene fra tyske byggeplasser bekrefter at arbeidsplanlegging gir resultater. Den tid som medgår til å detaljere avviklingen av arbeidet, oppveies mange ganger av innsparingen i anvendte timeverk på byggene. Men erfaringen her som andre steder, viser at kontroll under driften er en betingelse for en heldig avvikling.

Resultatene fra de byggeplasser som har koblet avlønningen av arbeiderne sammen med oppfyl-ling av arbeidsprogrammet, er så gode at det flere steder har ført til et krav fra arbeidernes side om å få innført tidsplaner og premielønnsystem. IFA regner denne avlønningsform som et effektivt middel til å få gjennomført et prosjekt som planlagt, og et system som alle parter har fordel av.

Den skjematiske framstillingsform for tidsplanene er enkel, og oppdelingen er ikke unødvendig detaljert. Det naturlige er at en starter enkelt, og så er det opp til den som skal bruke planene å utvikle systemene videre ettersom en høster erfaring, og behovet for detaljering melder seg.

Det spørsmål som reiser seg, er hvem som skal utføre planleggingen. Arbeidet krever egentlig ikke spesialister, men oppgaven med å samle data som grunnlag for planene, opptegning, oppfølging og kontroll tar tid. Den beste måte å løse dette på, er å opprette en egen planleggingsinstans innen det enkelte firma, som kan sikre at denne viktige funksjon i organisasjonsapparatet blir ivaretatt. I spesielle tilfelle, og i en utviklingsperiode, vil en konsulent i rasjonalisering med fordel kunne kontaktes. Dette er den linje IFA arbeider etter.

Tidsplanen er det sentrale ledd i planleggingsprosessen. Ved oppfølging av planene får en bedret kjennskapet til detaljene i arbeidet. Dette fører i neste omgang til en sikrere utforming og åpner veien til å utføre metodeforbedringer og de mange andre viktige deler av arbeidsplanleggingen.



Sertrykk nr. 2030.

---

AAS & WAHLS BOKTRYKKERI, OSLO