

Produksjonsplanlegging for vei- og grunnarbeider på boligfelt

Construction management for earthwork and grading in a housing development project

Av sivilingeniør Inge Dolve
Norges byggforskningsinstitutt

NORGES BYGGFORSKNINGSINSTITUTT



Produksjonsplanlegging for vei- og grunnarbeider på boligfelt

Av siviling. Inge Dolre, Norges byggforskningsinstitutt.

Et forsømt område?

Produksjonsplanleggingen på boligfelt blir ofte konsentrert om selve boligproduksjonen, mens man bare i mindre utstrekning utarbeider arbeidsmønstre for vei- og grunnarbeider. Boligfeltene blir imidlertid stadig større, tettere og driftsmessig mer kompliserte. Det synes derfor mulig å spare inn betydelige beløp også ved en grundig planlegging av massedisponering og valg av angrepunkter og rekkefølger.

Prinsipper og fremgangsmåter for slik planlegging finnes i NBI's håndbok «Produksjonsstyring for anleggsdrift» [1]. Eksempelene er der hentet fra rene veianlegg, men planleggingsformene er i stor utstrekning brukbare for alt byggearbeid. Boken gir bl.a. bred omtale av skråstrekteknikken. Denne planleggingsteknikken er spesielt egnet for store masseflyttingsarbeider og anleggsarbeider med markert lengdeutstrekning (boligfelt, flyplasser, jernbaner, kanaler, kraftlinjer, lange dammer, tunneler og veier).

Planleggingsmønster — et skritt i riktig retning

For at planleggingsarbeidet etter hvert skal bli rutine er det meget vesentlig at man går frem etter et mønster. Det bør være en sentral

funksjon i enhver entreprenørbedrift å etablere og «vedlikeholde» et slikt mønster. I grove trekk vil man bygge på de punktene som er angitt nedenfor. Planleggingsoppgavene for et anlegg kan deles inn i tre faser:

- 1) Planlegging før anbud.
- 2) Planlegging før driftstart.
- 3) Planlegging under drift.

Arbeidsoppgavene for 1) og 2) er mye de samme, men man går mere detaljert til verks ved planlegging for driftsstart enn under forkalkylen. Planleggingen kan omfatte:

- a) Organisering av planleggingsarbeidet. Vurdering, komplettering og redigering av prosjektmaterialet. Befaringer i terrenget.
- b) Valg av metoder og driftsopplegg. Alternativvurderinger.
- c) Utarbeiding av planer for: Massedisponering, fremdrift, arbeidskraft- og maskinutnyttelse, materialbestilling, rigg, organisasjon.

Under driften vil planleggingen være noe mer kortsiktig, og driftsresultatene må følges opp etter hvert. Man kan f.eks.:

- d) Utarbeide rullende, periodiske planer.
- e) Følge opp planene med kontroll, revisjon og datainnsamling.

Anleggsledelsen i sentrum

Det er meget vesentlig at anleggsledelsen engasjeres i planleggingsarbeidet. Hvis en utenforstående (planleggingsavdeling, konsulent e.l.) planlegger alene, vil planene sannsynligvis ende som «brakketafet» og sjelden eller aldri bli brukt. *Det må være anleggsledelsens tanker som kommer til uttrykk i planene*, hvis de skal bli et egnet styringsverktøy ute i marken.

Slik KAN det gjøres

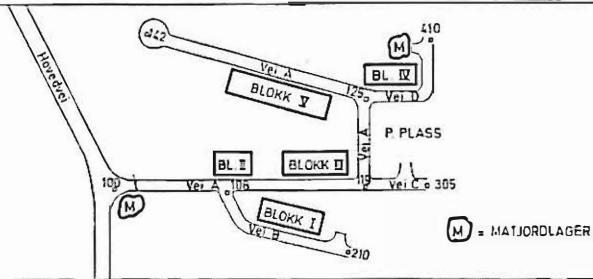
For å illustrere bruk av planleggingssystematikken på et boligfelt skal vi nedenfor gjennomgå et eksempel på *planlegging for driftsstart*. Fremstillingen bygger på erfaringer fra flere prosjekter planlagt i samarbeid mellom entreprenører og NBI. Systematikken kan ikke uten videre benyttes på ethvert boligfelt, men må tillempes hvert enkelt tilfelle. Dette er bare et eksempel på hvordan det *kan* gjøres.

Arbeidsoppgavene er varierte

De arbeidsoppgavene som bør medtas i planleggingen er: Tilknytninger til det eksisterende veinett, kjøreveier frem til de enkelte hus og parkeringsplasser, gangveier på boligfeltet, evt. omlegging av eksisterende veier og tomteutgravninger. Det kan også være hensiktsmessig å ta med grøftarbeider, tilfylling etter

**SAMMENSTILLING
ELGLI BOLIGFELT**

**KART OVER AN-
LEGGSRÅDET:**
M=1:2000



LENGDEPROFIL:
LM=1:2000; HM=1:500
Tomtene er markert
ved o.k. kjellergruv.

FJELLSKJÆRING NR. ()

Masser i pam^3

JORDSKJÆRING NR. ()

Masser i pam^3

MASSEDIAGRAM:

1cm tilsv. 50 m^3 pr. 10m.

- Fjell
- Brukbare jordmasser
- Ubrukbare jordmasser
- Fylling

Fjell: + 40%; Fylling: + 10%

FYLING NR. ()

Masser i pam^3

ANDRE OPPLYSNINGER

- Matjord
- Vegetasjonsdekk
- Overvannsledninger i veien
- Vann og kloakk i veien

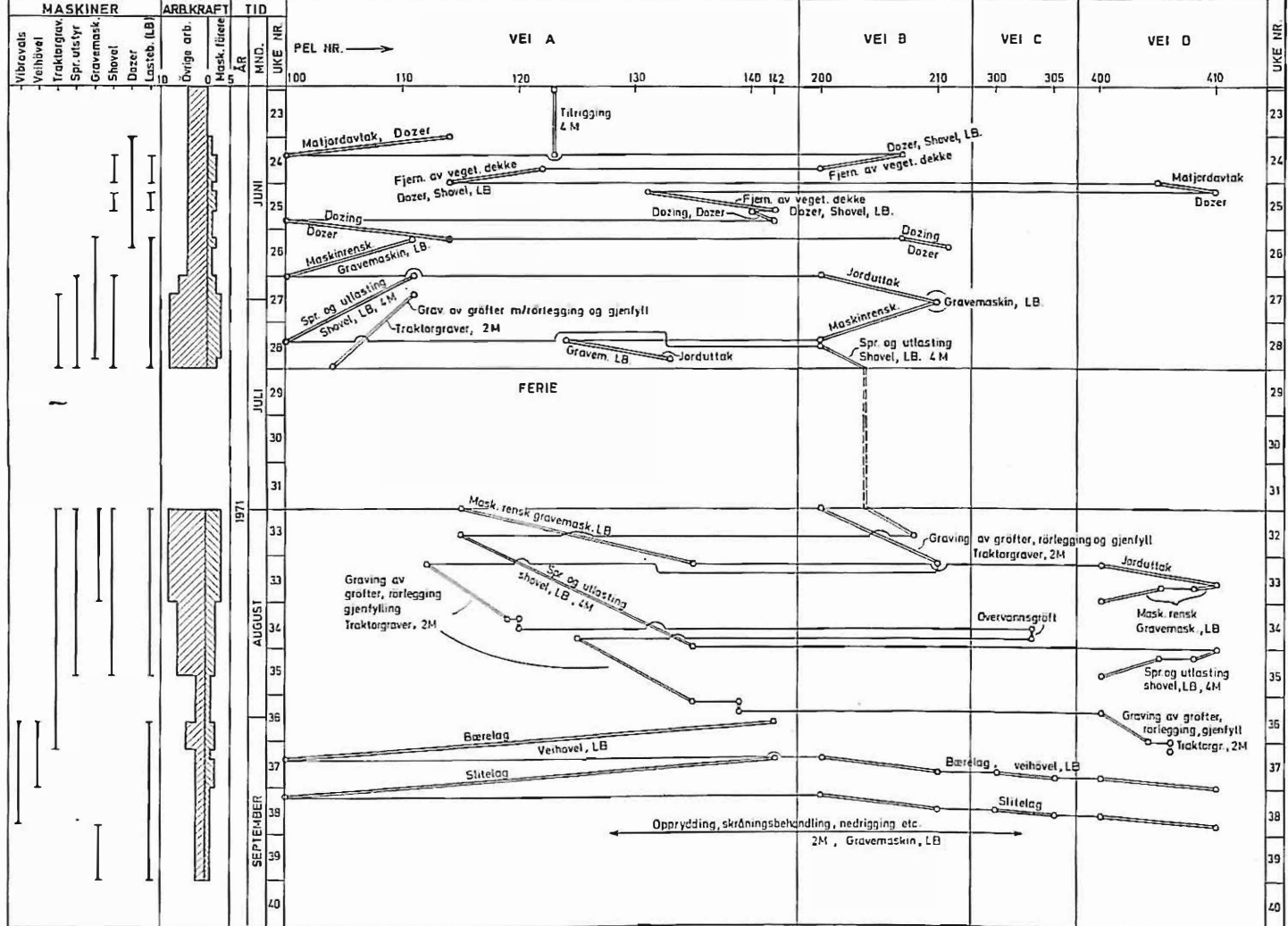
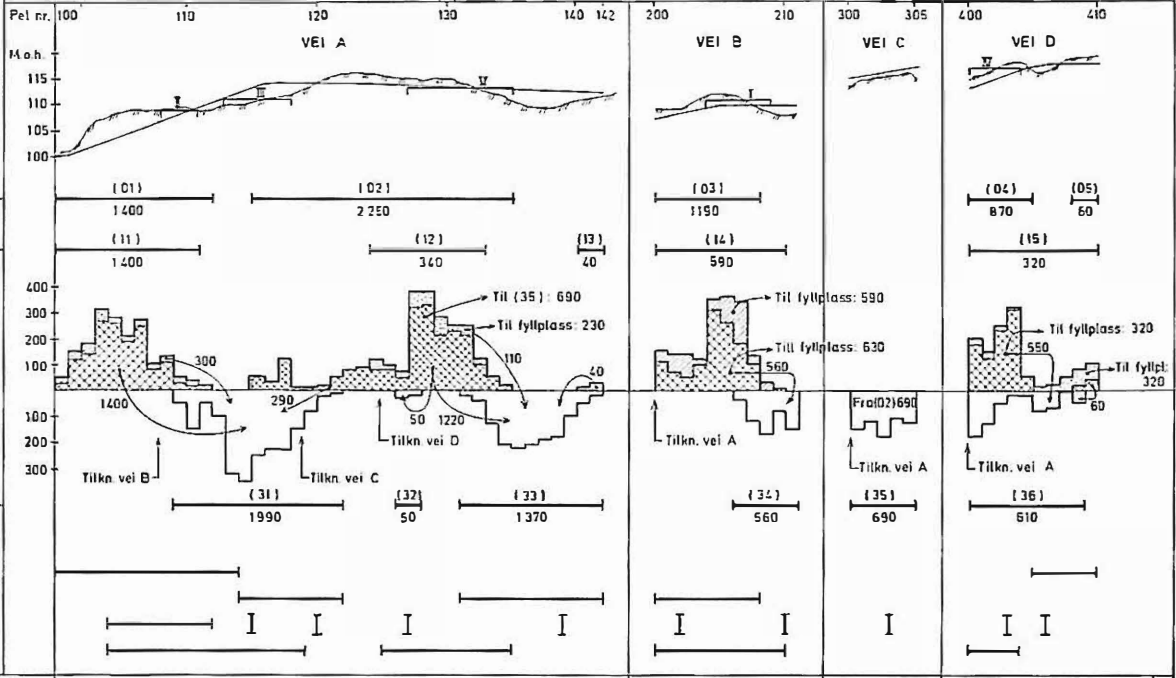


Fig. 1. Sammenstilling av prosjektmaterialet og fremdriftsplan for vei- og grunnarbeidene på et boligfelt.

kjellerstøp, planeringsarbeider for parkeringsplasser, idrettsanlegg o.l.

Det foreliggende eksempel er et boligfelt med i alt 5 boligblokker. Entreprisen omfatter utgraving av tomtene og bygging av ca. 700 m veier. De viktigste mengdene fremgår av *fig. 1*. (Mengdeenhetene er omtalt og definert i [2].)

Arbeidet skal begynne 1.6.71 og bør være ferdig innen 1.10.71. Fra befaring har man bl.a. merket seg følgende viktige opplysninger: (Sjekkliste for befaring etc., se [1, fig. 2.03].) Parkeringsplassen i østre del av feltet er godt egnet til riggområde. Det går en gårdsvei fra riksveien til området. Det omkringliggende terreng ligger greit til rette for bruk av anleggsmaskiner; unødvendig med bygging av spesielle anleggsveier.

Bruker vi prosjektmaterialet riktig?

Det vil nesten alltid være nødvendig å foreta en viss supplering og redigering av prosjektmaterialet før man for alvor kan komme i gang med planleggingen. Man bør først utarbeide en sammenstilling av de interessante data (*fig. 1*). Ved et veianlegg har man som regel én enhet som ligger utstrakt i terrenget, og det faller da naturlig å tegne det hele opp som funksjon av fortløpende pelnummer. På et boligfelt er vanligvis situasjonsbildet noe mer komplisert. Det er mange enheter (veier, tomter, plasser) som er knyttet sammen på bestemte steder, og det kan ofte være en fordel å få «strukket ut» boligfeltet slik at det blir en slags sammenhengende enhet.

I dette eksemplet har man begynt med den veien som har de fleste tilknytningene. Deretter er sideveiene tegnet i den rekkefølge de er tilknyttet hovedveien. For å unngå forveks-

ling mellom veiene ved referanse til pelnummer må man sørge for at ikke alle veiene har pelnummer fra 0 og oppover. Dette kan som regel ordnes ved å ta med et ekstra siffer foran pelnumrene (f.eks. pel nr. 48 i vei nr. 2 gis nytt pelnr. 248).

På et boligfelt som dette der alle tomtene ligger forholdsvis nær veiene, er det fornuftig å betrakte hver tomt som en del av veien. Man merker seg mellom hvilke pelnr. en tomt ligger og regner den som en utvidelse av veien i dette intervallet. I eksemplet har man derfor summert vei- og tomtmasser for hvert 10-meters avsnitt og tegnet dem opp i ett massediagram. For oversiktens skyld er o.k. kjellergulv for alle tomtene merket av på veiens lengdeprofil.

Av hensyn til den kommende massedisponeringen merkes av på massediagrammet hvor de enkelte veier er tilknyttet hverandre. Dette kan som vist gjøres med en pil og en liten påskrift om hvilken vei det gjelder (*fig. 1*).

Det vil likeledes være en fordel å angi alle masser i pam^3 (prosjekttert anbrakte m^3). Derved er alle skjærings- og fyllingsmasser uten videre sammenlignbare. I dette tilfelle har vi regnet en fjellutvidelse på 40 % og fyllingsutvidelse på 10 % (setninger og overmasser), mens jordmassene regnes uten utvidelse.

Alle skjæringer og fyllinger nummereres etter en stedkode og massene påføres. (Stedkoden benyttes for å få en enkel og entydig identifikasjon for de enkelte deler av anlegget. F.eks. kan alle skjæringene gis nummer fra 1 til 29, alle fyllinger fra 30 til 59, alle sidetak fra 60 til 65 osv.). Om ønskelig kan de faste fjellmasser føres på i parentes.

Nederst på planen er det angitt opplysninger om matjordforekomster, ledningsgrøfter, etc. Denne planen kan nå benyttes som et «hode» på fremdriftsplanen. (*Fig. 1*).

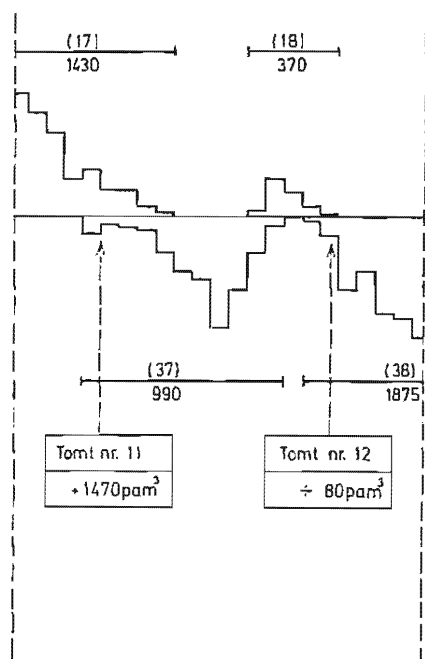


Fig. 2. Utforming av massediagram når tomtene ligger langt fra veilinjens.

En betraktningmåte som kan være egnet hvis tomtene ligger et stykke unna veien, er å se på dem som sidetak eller -fyllinger. Det er vanlig å tilstrebe en intern disponering av tomtmassene, men det er sjelden massene balanserer. Man kan da foreta den interne disponering på et eget ark og samtidig tegne opp tomtens massesummasjonskurve. Dermed får man ut tomtens massedifferanse, og denne kan angis på sammenstillingen som sidetaksmasser. Et eksempel på metoden er vist på *fig. 2*.

Tankene må ned på papiret

Når man arbeider med fremdriftsplanene er det viktig å få alle tanker ned på papiret. Man må først vurdere hva slags utstyr og arbeidsmetoder som skal anvendes på de forskjellige jobber. Alternativskalkyler er et godt hjelpemiddel ved økonomisk sammenligning mellom flere mulige løsninger, og det henvises til litteratur om dette emnet [1], [3].

1) Parallelt med valg av maskiner og utstyr utarbeides en *massedisponeringsplan*. Man skriver gjerne direkte på massediagrammet (se fig. 1) hvor de enkelte skjæringsmasser skal transporteres, evt. hvor fyllingsmassene kommer fra. Ved disponeringen benytter man et skjema som gir kontroll på at alle fyllingene er fylt opp og at alle skjæringsmassene er brukt (fig. 3).

2) Med grunnlag i befaringer, sammenstilling og massedisponering, utarbeider man så en grov fremdriftsplan (totalplan). Planen kan utformes som et stolpediagram, en nettverksplan eller som her en *skråstrekkplan*. (Fig. 1).

En skråstrekkplan har anleggets lengdeutstrekning (pel nr.) langs den horisontale akse og tidsskala nedover langs den vertikale akse, og man får dermed både tid og sted for hver jobb fremstilt grafisk. Når sammenstillingen av prosjektmaterialet benyttes som «hode» på fremdriftsplanen (se fig 1), kan man også raskt se hvordan forholdene er på det enkelte arbeidssted. Dette er til nytte både ved opptegning og bruk av fremdriftsplanen.

Skråstrekkplanlegging er et meget egnet hjelpemiddel til styring av masseflyttingsarbeider med en viss lengdeutstrekning. Skråstrekkplaner har vært benyttet på forskjellige slags anlegg i flere år, og erfaringene er meget gode. NBI har også utført planleggingsoppdrag både for veier og boligfelt, noe som igjen har gitt støtet til at entreprenørbedriftene har benyttet og videreutviklet skråstrekkteknikken på nye anlegg.

Grunnlaget for opptegning er massedisponering, tidregning og en strukturplan som i hovedtrekk viser rekkefølger og avhengigheter for jobbene. Dette må så kombineres med kravet

FIRMA : *Bygger*
ANLEGG : *Egali, Belgjlett*

Fylling		Skjæringsstype											Sum fylling		
Type	Ik.	Fjell (utv. 40%)					Jord (utv. 0%)					Sideskj. (utv. 4%)			
		01	02	03	04	05	11	12	13	14	15				
Underbygning pam ³ (utv. 10%)	31	1400	290				300								1990
	32		50												50
	33		1220					110	40						1370
	34			560											560
	35			690											690
	36				550	60									610
Sum pam ³		1400	2250	560	550	60	300	110	40					5270	
Overbygning pam ³ (utv. %)	Bærelag												2720	2720	
	Stillelag												410	410	
Sum pam ³													3130	3130	
Sidetiipp m. m. pam ³ (utv. %)	Fyllplan			630	320			230	590	320				2090	
Sum pam ³				630	320			230	590	320				2090	
Sum pam ³		1400	2250	1190	870	60	300	340	40	590	320		3130	10490	
Sum pfm ³															

Fig. 3. Kontrollskjema for massedisponeringen, der skjæringsmassene er oppstilt vertikalt og fyllingsmassene horisontalt. Massene må omregnes til samme mengdeenhet.

om kontinuerlig arbeid for de enkelte ressurser. En vanlig fremgangsmåte er først å tegne inn de fremdriftsbestemmende arbeidsoperasjoner, og så innordne de mindre viktige jobbene etter de fremdriftsbestemmende. Ofte kan det være gunstig å ta for seg en bestemt ressurs, f.eks. en gravemaskin, og prøve å rangere gravejobbene slik at maskinen får mest mulig kontinuerlig arbeid. Hvis man så forbinder gravejobbene med horisontale linjer, får man klart frem på planen hvordan gravemaskinen flytter fra jobb til jobb.

Under planleggingen vil man nesten alltid finne kritiske punkter på planen som gjør at man må revurdere driftsopplegget, og det kan bli nødvendig med mange korreksjoner før skråstrekkplanen er ferdig tegnet.

3) Parallelt med opptegning av fremdriftsplanen lager man en plan for maskininnsats og ar-

beidskraftbehov. Planen fremstilles grafisk til venstre for fremdriftsplanen og viser kontinuitet og innsattstid for ressursene. Ressurstype- og antall føres på skråstrekkene, og man summerer ut i arbeidskraft- og maskinplan. Under planleggingen vil dette være til hjelp for å jevne ut variasjoner i arbeidskraftbehovet og å holde kontinuitet i maskinutnyttelsen. Planen er også grunnlag for dimensjonering av brakkeleir og verksteder, og under drift for ansettelser, bestilling av leiemaskiner, overføring av maskiner og arbeidskraft, etc.

4) En *materialbestillingsplan* settes opp med grunnlag i fremdriftsplan og prosjektmateriale. Den bør inneholde kontonr., mengde, materialtype, leveringstidspunkt og (etter å ha innhentet forskjellige tilbud) leverandør. Ved å bruke en slik plan, sikrer man at materialer blir levert til rett tid,

i riktig mengde og til gunstig pris.

5) Opplegg for og utforming av riggen vil ofte i stor utstrekning påvirke produksjonen på anlegget, så det er meget viktig at riggen planlegges i sammenheng med hele driftsopplegget. Planleggingen bør resultere i en *riggplan*, med tegninger og beskrivelser.

6) En *organisasjonsplan* som viser anleggets funksjoner, ansvarsområder og ordrelinjer, er nødvendig for den daglige ledelse og samarbeidet på anlegget. Planen bør også vise tilknytninger til hovedkontoret og byggherren.

Planene må følges opp under driften

Under selve driften vil man supplere totalplanen med f.eks. 2 mndrs. rullende fremdriftsplaner, som revideres når det gjenstår ca. 2

uker av perioden. Planer for 1—2 ukers perioder er nyttige som et hjelpemiddel til den daglige styring.

Fremdriften kan registreres på planene ved inntegning av en fremdriftsfront. Fremdriftsfronten tegnes som en kontrollinje ved visse datoer. Man lar linjen skjære tidplanen i punkter som svarer til prosentvis fullført del av de forskjellige arbeider som inngår i planen. Endene av kontrollinjen knyttes til respektive datoer på tidsskalaen. Fremdriftsfronten viser da oversiktlig hvilke arbeider som ligger foran eller etter planlagt. For pågående jobber må man vurdere hvor stor del av hver jobb som er fullført.

Oppfølging av drift og planer er en viktig del av den daglige styring. En løpende vurdering av arbeidets fremdrift og inntrufne forhold er et nødvendig grunnlag for å kunne revidere planene. Oppfølgingen skal også gi en løpende økonomisk oversikt, og dessuten produksjonsdata som vil være til nytte ved senere planlegging. Det kan ofte være gun-

stig å ta planene opp til revisjon med jevne mellomrom, slik at oppfølgingen blir mer rutinemessig. (For litteratur om oppfølging henvises til [1] og [4].)

Inge Dolve.

LITTERATURLISTE

- [1]: Ellingbø, Yngvar og Sjøholt, Odd: Produksjonsstyring for anleggsdrift. Oslo (Norges Byggeforskningsinstitutt. Håndbok, 31). Under utgivelse. Revidert utgave av Håndbok 26.
- [2]: Ellingbø, Yngvar: Produksjonsdata for byggeindustrien. Oslo 1971. (Norges Byggeforskningsinstitutt, Særtrykk, 199).
- [3]: Näslund, Bertil: Byggnadsekonomi och byggnadsorganisation. Del 3. Kostnadsberäknings- och redovisningsprinciper. Investerings- och lönsamhetskalkyler. Göteborg 1966.
- [4]: Gabrielsen, Einar: OK-systemet. Et integrerende datasystem for byggeindustrien. Oslo 1969. (Norges Byggeforskningsinstitutt. Særtrykk, 170).

