

# **Driftsplanlegging for vegbygging**

**Erfaringer fra et igangværende forskningsprosjekt**

**Planning of road construction**

**Av sivilingeniør YNGVAR ELLINGBØ**

**Norges byggforskningsinstitutt**

**NORGES BYGGFORSKNINGSINSTITUTT**



OSLO 1967

# Driftsplanlegging for vegbygging

## Erfaringer fra et pågående forskningsprosjekt

Sivilingeniør Yngvar Ellingbø, Norges byggforskningsinstitutt

UDK 625.7:69.008

Den stadig økende biltrafikken krever sammen med distriktsutbyggingen flere og bedre veger her i landet. Anleggene settes i høyere grad enn tidligere bort til entreprenører med ofte liten erfaring i vegbygging. Endring i konstruktiv utforming av vegene og økende mekaniseringsgrad med nye og forbedrede maskintyper betyr at nye arbeidsmetoder og organisasjonsformer blir nødvendige.

Formålet med det forskningsprosjektet som Norges byggforskningsinstitutt har igang i forbindelse med vegbygging, er å utvikle systematikk og rutiner for analyse, arbeidsplanlegging og oppfølging ved veganleggsdrift, for rasjonalisering, optimalisering av kostnader og ressursutnyttelse, kontroll av fremdriften og innsamling av data for kalkulasjon og arbeidsplanlegging.

Ved planleggingen av dette forskningsprosjektet regnet instituttet med følgende 4 faser:

1. Kartlegging av driften ved noen veganlegg.
2. Utvikling av systematikk for analyse/bearbeiding, plan og kontroll.
3. Prøvekjøring av systemet i samarbeide med flere entreprenører, med nødvendig korrigerende og forbedring.
4. Utarbeiding av en håndbok eller anvisning for driftsplanlegging ved veganleggsdrift.

Fasene griper i høy grad inn i hverandre, spesielt fase 2 og 3.

Arbeidet er delvis gjennomført ved litteraturstudier, men viktigst har vært de direkte kontakter med de offentlige vegetater, endel entreprenører samt diverse utenlandske institusjoner og firmaer som har tilknytning til vegbygging.

For driftskartleggingen og utprøving av de utviklede systemer har instituttet medvirket mer eller mindre ved 7 forskjellige veganlegg, fra anleggsveger til motorveger. Ved enkelte av anleggene har det vært forsøkt å innføre visse oppfølgingsrutiner. Dette arbeidet har medført endel problemer, men også gitt mange nyttige erfaringer. Driftskartleggingen er til dels utført ved arbeidsstudier, og til dels ved driftsrapportering.

Ved oppsummering av erfaringer kan det være hensiktsmessig å dele dem inn i 5 hovedavsnitt:

1. Planleggingsgrunnlag
2. Kalkulasjon
3. Driftsplanlegging
4. Driftskontroll
5. Arbeidsteknikk og kapasitetsdata for maskiner og arbeidskraft.

### Planleggingsgrunnlag

Med planleggingsgrunnlag menes både prosjekt-materialet for et veganlegg og videre et bearbejdet prosjektmateriale, tilrettelagt for en rasjonell og fullstendig driftsplanlegging.

Prosjektmateriale kan bestå av følgende: Oversiktskart i liten målestokk som viser vegen og vegområdet innpassning i det omkringliggende terreng.

Plantegning, et kart i stor målestokk av vegområdet, med adkomstveger, bruer, plassering av dreneringssystemer etc.

Lengdeprofil av vegen.

Normalprofiler for vedkommende vegklasse.

Tverrprofiler, vanligvis for hver 10. eller 20. meter.

Tegninger av eventuelle bruer og spesielle byggverk.

Eventuelle konstruksjonsdetaljer.

Utførte grunnundersøkelser, med analyse og anbefalte løsninger på geotekniske problemer.

Arbeidsbeskrivelse og mengdefortegnelse, ofte benevnt beskrivende masseberegning, arbeidsbeskrivelse med masseoppstilling etc.

Masseoversikt, en liste over massenes fordeling i pelavsnitt langs linjen.

Masseprofil og eventuelt massediagram (viser massenes fordeling langs linjen i skjæringer og fyllinger).

Kort orientering om arbeidet.

Prosjektmateriale kan også inneholde et forslag til massedisponering.

Dreier det seg om et prosjekt som skal ut på anbud, vil det også inneholde anbuds- og kontraktsbestemmelser.

Elektronisk databehandling benyttes en del i vegprosjekteringsarbeidet, og man kan for tiden få utskrifter med masseberegningsdata, veg-

profildata og fluktutsettingsdata. Av statlige veg-anlegg masseberegnes for tiden 30—40 % ved hjelp av EDB. Det ville være ønskelig om for eksempel kostnadsoverslag og en tilfredsstillende massedisponering kunne kjøres på EDB, men grunnlagsmaterialet (priser, grunnundersøkelser) er for usikkert, og enhver utvidelse vil komplisere programmet.

#### Prosjektmaterialets anvendelighet og mulige forbedringer

Allerede på et tidlig stadium i forskningsprosjektet viste det seg at den kombinerte arbeidsbeskrivelse og mengdefortegnelse er uhensiktsmessig for driftsplanlegging, blant annet er ikke inndelingen tilfredsstillende. Den kan variere fra anlegg til anlegg, idet Statens Vegvesens interne kontotabeller bare brukes i en viss utstrekning.

NBI tok derfor initiativet til opprettelse av en uformell arbeidsgruppe med representanter fra Vegdirektoratets anleggs- og plankontor, Djupdalskontoret, entreprenører og NBI. Formålet var i første omgang å utarbeide et utkast til en såkalt «vegkode», et gjennomgående referansesystem som ramme for utforming, redigering og oppstilling av standard og supplerende arbeidsbeskrivelse, mengdefortegnelse og kontoplan for kalkulasjon, driftsplanlegging og oppfølging. «Vegkodegruppen» har vært i kontakt med en rekke institusjoner i inn- og utland under arbeidets gang, og blant annet samlet inn ca 15 standard vegbeskrivelser.

Utkast til vegkode er nå utarbeidet og oversendt Vegdirektoratet for mulig utprøving og bearbeiding. Den består først og fremst av en grunnkode, en tresifret desimalklassifisert inndeling av mulig forekommende kostnadsbærende arbeider ved veg- og broanlegg. Et utsnitt av koden er vist på tabell 1. Utkastet har to supplerende koder i tillegg, dimensjonskode for angivelse av dimensjon på grøfter, kummer og rør m. m., og en stedkode for angivelse av skjæringer, fyllinger, bruer m. m. Det vil i tillegg bli aktuelt å utarbeide også andre supplerende koder, som kostnadsartkode, delarbeidskode og ressurskode.

Grunnkoden har følgende 10 samlegrupper:

- 0 Eiendomsinngrep (benyttes i kontoplan)
- 1 Hjelpkonti (benyttes i kontoplan)
- 2 Rigg
- 3 Klargjøring
- 4 Fjell
- 5 Jord
- 6 Grøfter, kummer og rør
- 7 Overbygning
- 8 Komplettering
- 9 Bruer og spesielle byggverk

Tabell 1. Utdrag av samlegruppe 5 fra grunnkoden.

Hoved-Gruppe	Under-Gruppe	Betegnelse	Enhet
51		<i>Jord i linjen</i> (Omfatter graving, lasting, transport og tipping.)	
	511	Ordinære jordmasser	m <sup>3</sup> <sub>vf</sub>
	2	Bløte leirmasser	m <sup>3</sup> <sub>vf</sub>
	6	Ubrukbare masser	m <sup>3</sup> <sub>vf</sub>
52		<i>Jord utenfor teoretisk profil</i>	m <sup>3</sup> <sub>vf</sub>
53		<i>Jord i sidetak</i> (Omfatter graving, lasting, transport og tipping.)	m <sup>3</sup> <sub>vf</sub>
56		<i>Jordfylling</i> (Omfatter utlegging, og komprimering hvor foreskrevet.)	
	561	Vegfylling A (Massene måles i skjæring og sidetak med fradrag for masser til overbygning og andre formål.)	m <sup>3</sup> <sub>vf</sub>

I tilknytning til grunnkoden er det utarbeidet et forslag til oppstilling av mengdefortegnelse, der det er tatt i bruk 230 undergrupper av de 800 mulige i samlegruppe 2—9. Mengdefortegnelsen uttrykker kort hvilke arbeider som skal utføres, og i hvor store mengder. Den kan hensiktsmessig settes opp i et skjema for prissetting.

Det er forutsetningen at det skal utarbeides en «standard arbeidsbeskrivelse», redigert overensstemmende med vegkoden. Arbeidsbeskrivelsen skal angi arbeidets omfang, tekniske spesifikasjoner og målereglene for oppgjør. For hvert anlegg må det utarbeides en «supplerende arbeidsbeskrivelse» som skal angi eventuelle avvik fra og tillegg til standard beskrivelse. Vegnormalkomiteén har gjennom spesielle underutvalg tatt opp arbeidet med krav til geometrisk utforming av veger og tekniske spesifikasjoner for utførelsen. Dette må innpasses i en standard arbeidsbeskrivelse.

En komplett kontoplan for kalkulasjon, driftsplanlegging og oppfølging må utarbeides på grunnlag av vegkoden. Den vil inneholde standardiserte hjelpkonti og fordelingsnøkler. Det kan i større eller mindre grad bli aktuelt å ta i bruk samtlige supplerende koder.

Det er å håpe at vegkoden snarest vil bli utprøvet i praksis, slik at man får erfaringer som grunnlag for eventuell revidering og komplettering. Vegkoden vil trolig i første omgang bli benyttet som kode for mengdefortegnelsen, og som referanse ved driftsplanlegging.

#### Grunnundersøkelser

Grunnens art og beskaffenhet er en stor usikkerhetsfaktor ved praktisk talt alle veganlegg her i landet. Det kan ofte resultere i betydelige til-

leggsarbeider og forsinkelser som vil fordyre et veganlegg vesentlig.

For driftsplanlegging i vegbygging er det spesielt viktig med en hensiktsmessig klassifisering av jordarter. Vi har ikke i dag et system som passer for moderne anleggsmaskiners arbeidsevne. En tysk inndeling tar hensyn til indre sammenheng i jordartene, og er muligens et skritt i riktig retning.

Ved vegbygging vil det altså som oftest være nødvendig med omfattende grunnundersøkelser på forhånd, med en hensiktsmessig og utvetydig fremstilling av resultatet.

Utvalg i Norsk Geoteknisk Forening er kommet med forslag til jordartsnomenklatur, verbale uttrykk for jordartenes geotekniske egenskaper, samt standardiserte oppteigningsmåter for geotekniske undersøkelser.

#### Sammenstilling av prosjektmaterialet

For driftsplanleggingen kan det ofte være en fordel å fremstille en del av prosjektmaterialet i sammenstilte form, *fig. 1*. Den kan bestå av plantegning, lengdeprofil med grøfter, kummer og rør, og eventuelle bruer og spesielle byggverk avmerket, masseprofil, massediagram — eventuelt påført masser, og spesielle opplysninger som berøring med eksisterende veg etc. Sammenstillingen tegnes i målestokk med veglinjens utstrekning (pelnr./seksjoner) som referanse. En hensiktsmessig lengdemålestokk kan være 1:5 000. Høydemålestokken på lengdeprofilet kan være 1:1 000, men både denne og ordinator på masseprofil og massediagram må kunne varieres fra prosjekt til prosjekt for å få et best mulig visuelt bilde av massenes størrelse og fordeling. Masseprofilets ordinat gis i m<sup>3</sup>, og massediagrammets ordinat for eksempel i m<sup>3</sup> pr 20 m - seksjoner av vegen.

Sammenstillingen av prosjektmaterialet har fordeler også utover selve driftsplanleggingen. Den kan benyttes ved befaringer i linjen og hvis man for eksempel raskt søker opplysninger om massenes størrelse og beliggenhet, rørplassering etc.

#### Kalkulasjon

Kalkulasjon i forbindelse med driftsplanleggingen vil normalt gjelde anbud samt løpende og avsluttende etterkalkulasjon. Videre kan man ha alternativskalkyler i sammenheng med massedisponering og arbeidsplanlegging, og investeringskalkyler for maskinkjøp, hvor mulige prosjekter i fremtiden ofte må taes med i beregningen.

Utarbeidelse av anbud bør følge visse faste prinsipper og retningslinjer. Data tas fra arkiv bygget opp fra tidligere anlegg iflg. standard kontoplan.

Nøyaktighetsgrad i prissetting må vurderes etter mengder og nivå på enhetspris.

Ved løpende etterkalkulasjon ønsker man raskt å få frem status, hvordan man for eksempel i løpet av en viss periode, og totalt, ligger an i forhold til gitt enhetspris på de respektive kostnadsbærere, slik at man så raskt som mulig kan ta konsekvensen av at et spesielt arbeide går med høyere kostnad enn forsvarlig, og forsøke å rette det opp. Å få frem et kostnadstall hurtig kan gå på bekostning av nøyaktigheten fordi man må gjøre en del forutsetninger, ikke vente på fakturaer etc.

Nøyaktigheten, så godt det er mulig, får man inn i den avsluttende etterkalkulasjon som kan foregå sentralt i tilknytning til bokføringen. Den løpende etterkalkulasjon derimot skal først og fremst brukes på anlegget, og bør derfor om mulig også utføres der.

Målet må være å komme frem til et integrert system der for eksempel timelister for lønnskostnader og maskinrapporter for maskinleie først danner del av grunnlaget for løpende etterkalkulasjon, og deretter går inn som grunnlag for avsluttende etterkalkulasjon.

I vår tid med pris- og lønnsstigning vil det være behov for et system for indeksregulering ved oppgjør, og et system for indeksregulering av erfaringsdata, slik at tallene fra erfaringsarkivet kan utnyttes på en rasjonell måte.

#### Driftsplanlegging

##### Driftsopplegg

Ved vegbygging mer enn ved de fleste andre anleggsarbeider vil det som regel foreligge flere alternativer for driftsopplegg fordi man ofte har et stort antall mulige angrepspunkter for arbeidsdriften. Videre pleier den utførende instans å stå temmelig fritt når det gjelder disponering av massene i veglinjen, bare begrenset av tekniske krav. Usikkerhet med hensyn til grunnforholdene og været gjør at man må ha et fleksibelt driftsopplegg.

Driftsopplegget har direkte betydning for maskinparkens størrelse og sammensetning, tilriggingen, bemanning, ledelse og organisasjon og totalt sett for hele anleggets økonomi.

Den utførende instans må gjøre en rekke valg i grove trekk allerede i forbindelse med oppstillingen av anbudet. Valg av maskiner og utstyr er oftest i første rekke bestemt ut fra hensiktsmessig disponibelt materiell hos den utførende instans, videre ut fra gitte tidsfrister og sesongbundethet. Nye maskiner anskaffes på grunnlag av investeringskalkyler, eller det kan vise seg økonomisk å leie maskiner og utstyr.

Hele driftsopplegget med valg av ressurser har

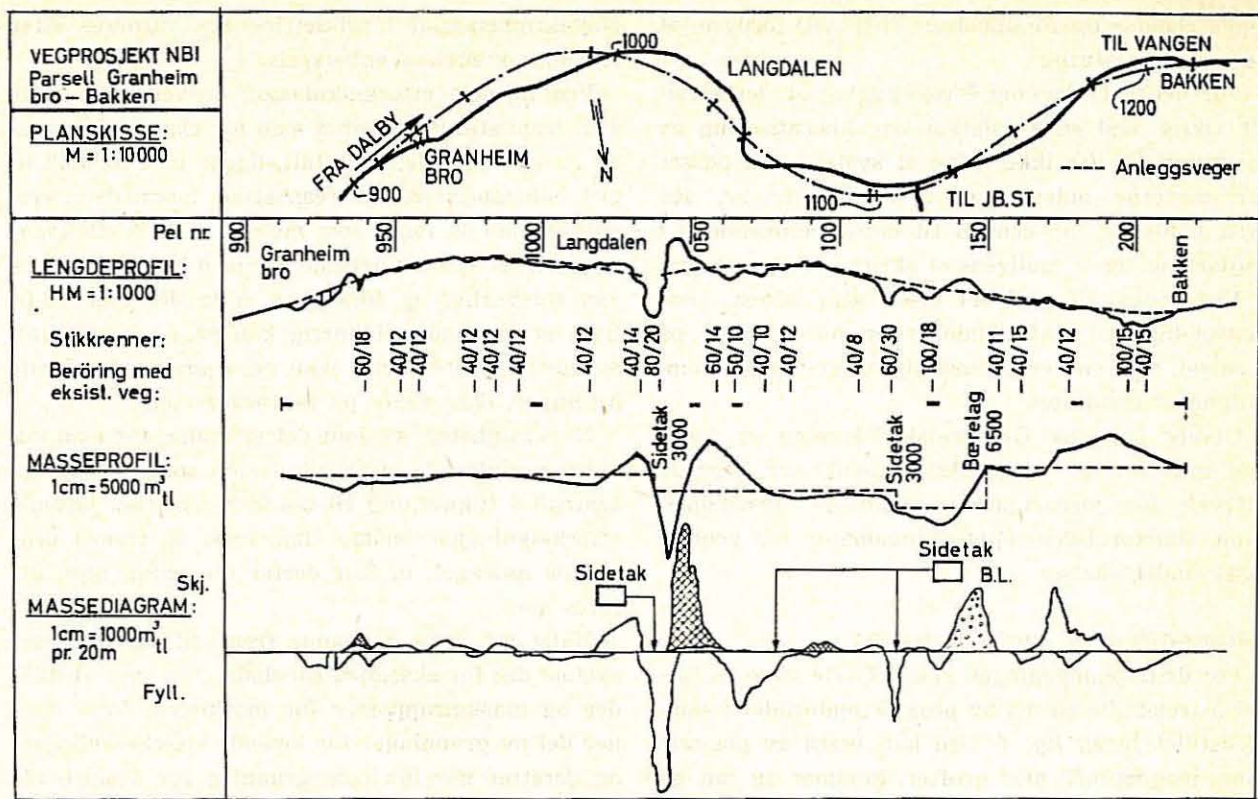


Fig. 1. Sammenstilling av prosjektmateriale.

sammenheng og må vurderes ved alternativskalkyler, vanligvis av overslagsmessig karakter på anbudsstadiet og mer nøyaktig ved selve driftsplanleggingen. Man må sette opp alternative modeller av større eller mindre deler av driften og kostnadsregne disse. Innvirkningen på anleggets total kostnad vil normalt være avgjørende for de valg som treffes.

Ett eksempel er masseflytting av jord over en viss transportlengde. Alternativene kan være dozer mot lastemaskin med et antall lastebiler. Ut fra kapasitet og normale timesatser kan så enhetskostnadene for de 2 alternativer beregnes. Man må ta med i vurderingen faktorer som at den ene av ressursene kanskje ville nyttiggjøres bedre ved et annet arbeide på anlegget. En annen massedisponering ville gi ny forutsetning for alternativkalkylen, og ny beregning måtte gjøres.

#### Massedisponering

Grunnlaget for massedisponeringen er masse-sammendraget, masseprofil og massediagram, samt grunnundersøkelser. Vi har laget et skjema for massedisponering som synes å være hensiktsmessig, fig. 2.

Skjærings- og fyllingsmasser korrigeres med faktorer slik at det blir ekvivalente masser å regne med. Utvidelses- og komprimeringsfaktorer er hittil stort sett bare antatt. For en mest mulig korrekt massedisponering må det derfor gjøres under-

søkelser på dette felt. En enkel, praktisk metode for dette savnes.

Massedisponeringen må også foretas ved alternativskalkyler, med anleggets total kostnad som avgjørende faktor.

#### Langtidsplanlegging

For enhver arbeidsplanlegging er det nødvendig at et prosjekt kan deles opp i biter. Med en detaljert og systematisk mengdefortegnelse vil det bety en videreoppløsing i arbeidsarter og eventuelt operasjoner. For tidregningen er det hensiktsmessig å benytte ferdige skjemaer, og sorteringen på disse kan for eksempel følge arbeidsart eller ressurstype. Tidforbruk eller tidanslag fremkommer ved å dividere mengde med kapasitet for den påtenkte ressurskombinasjon på vedkommende arbeide. Det er naturligvis viktig å benytte de mest sannsynlige og entydig definerte kapasitetsdata man har tilgjengelig.

Langtidsplanlegging betyr planlegging over en viss lengre periode. Det kan for eksempel være for ett år, eller for hele anleggets varighet. Langtidsplanen kan utarbeides i 3 trinn:

1. Som oversiktsplan på anbudsstadiet.
2. Detaljering etter overdragelse av kontrakt.

Det er vår og andres erfaring at man ikke skal gå for langt i detaljeringsgrad på dette stadiet, fordi det nesten alltid inntreffer forand-

ringer i planleggingsgrunnlaget. Planen bør foruten en ren arbeidsplan også omfatte maskinbehovsplan, bemanningsplan og materialbestillingsplan.

3. Revisjon av langtidsplan på grunn av nye forutsetninger, tilleggsarbeider, værhindringer etc. Denne revisjon bør utføres så ofte at planen hele tiden er reell.

Selve fremstillingen av arbeidsplanen består i å koble sammen alle bitene til et samlet hele, men det må skje med en viss systematikk. For det første må fremdriften holdes, slik at anlegget og eventuelt deler av det blir ferdig til gitte tidsfrister. Ressursene må så vidt mulig utnyttes fullt ut hele tiden, spesielt må man ta hensyn til de viktigste maskin-grupper. Masseflyttingsarbeidene er normalt den største arbeidsdelen og må gis preferanse fremfor mindre tidkrevende arbeider. Det må tas hensyn til hindringer (bruer, kulverter etc.) i transportvegene. Dessuten må man vurdere årstidenes betydning for de enkelte arbeider, for eksempel vil snø, is og kulde om vinteren hindre en rekke oppgaver.

Arbeidsplanen kan fremstilles på 3 forskjellige måter: Stolpediagram, nettverksfremstilling og skråstrekfremstilling.

Ved stolpediagram kan planen sorteres etter

arbeidsart og fremstilles i tidsskala, fig. 3. Metoden synes ikke særlig hensiktsmessig. Man må blant annet lese seg til hvor i linjen arbeidene skal foregå. Ved større prosjekter og mer detaljert plan blir det svært mange linjer under hverandre, og altså en mindre oversiktlig plan.

Langtidsplaner kan fremstilles som nettverk i form av pildiagram, fig. 4, eller boksdigram. Som arbeidsplan bør også nettverk tegnes i tidsskala. Argumentene mot nettverksfremstillingen er de samme som for stolpediagram.

For langtidsplaner synes skråstrekfremstilling, fig. 5, å være mest hensiktsmessig. Planen har 2 akser, en horisontal etter veglinjens utstrekning med pelnummer som referanse og en vertikal med tiden som skala. Benyttes samme horisontale skala som på den viste sammenstilling av prosjektmaterialiet, henges arbeidsplanen med fordel direkte under denne, og man kan dermed direkte finne de fleste av de opplysninger som behøves for å forstå planen.

Avhengigheter mellom delarbeidene ved vegbygging er oftest ikke så absolutte at det er nødvendig å benytte nettverk for å få vist dem, og en eventuell fremstilling av alle overlappinger som forekommer vil komplisere et nettverk i meget stor

Anlegg: Bakkken.....

MASSEDISPONERINGSSKJEMA

Fylling	Skjøering type nr.	Fjell (Utv. 40%)		Jord (Utv. 0...%)							Sideskj. (Utv. ....%)	Sum fylling	
		01	Tunnel 02	04	05	06	07	08	09	10			
UNDERBYGNING m <sup>3</sup> vk (Utv. 10...%)	30	3949 (1200)		264 (150)									4213
	31	568 (1100)				1380 (30)							1948
	32	600 (900)				790 (40)							1390
	33	5424 (500)	6754 (600)			2616 (300)	2180 (100)	2293 (100)					19267
	34	3434 (100)											3434
	35		249 (1200)	2341 (100)						48 (20)	86 (40)		
Sum	m <sup>3</sup> vk	8858	12120	2341	264		4786	2180	2293	48	86		(3276)
Overbygning m <sup>3</sup> vk (Utv. 0...%)	Ferdig- Lag		528 (0-1100)										528
	Bærc- Lag 1		2456 (0-1100)										2456
	Bærc- Lag 2		1150 (0-1100)										1150
	Sum	m <sup>3</sup> vk		4134									
Skjetipp m <sup>3</sup> vk (Utv. 0...%)	Ved dv					4789 (200)							4789
	Lair- bladn.					483 (0-1500)							483
Sum	m <sup>3</sup> vk					5272							(5272)
Sum	m <sup>3</sup> vk	8858	16254	2341	264	5272	4786	2180	2293	48	86		42382
Sum	m <sup>3</sup> lf	6324	11610	1673	264	5272	4786	2180	2293	48	86		35110

For fjell og ev. jord regnes det med permanent utvidelse (%)

For fyllinger regnes det med ev. utvidelse utover teoretisk profil (%)

Utfyll.:  Mengde  
 Trsp. lengde i m

Fig. 2. Skjema for massedisponering.

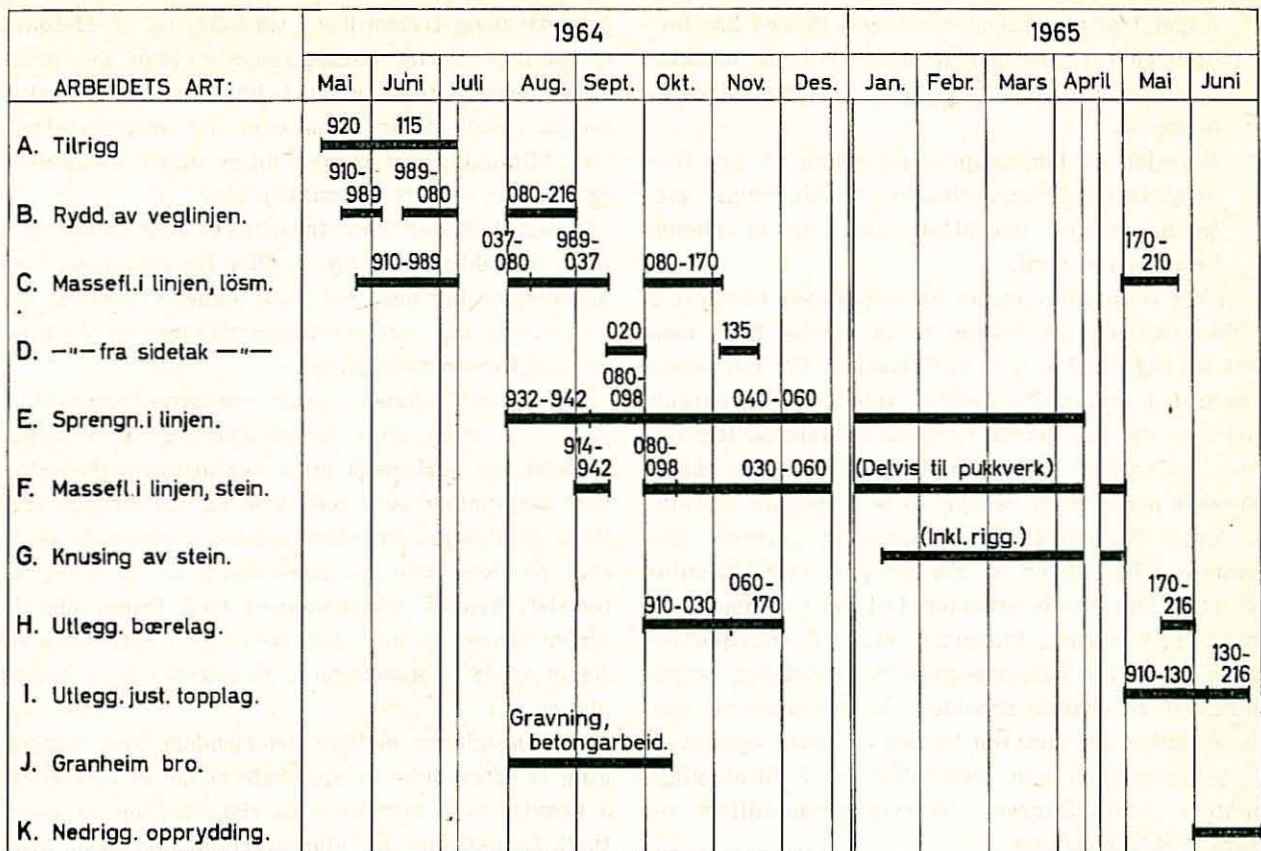


Fig. 3. Stolpediagram for langtidsplan.

grad. Ved skråstrekfremstilling kan man gå inn på et søkt pelavsnitt, følge dette nedover i tid, og ta ut rekkefølger og avhengigheter direkte. En skråstrek på planen med tilhørende tekst viser hva som skal utføres, i hvilket pelavsnitt og i hvilket tidsrom. Skråstrekens retning (til høyre eller venstre) vil normalt fortelle i hvilken retning arbeidet skal utføres. En horisontal forbindelseslinje fra toppene på 2 skråstreker forteller for eksempel at masser som lastes opp iflg. den ene streken, transporteres til, og fylles i et pelavsnitt som vises av den andre skråstreken. Ressursavhengigheter kan vises med horisontale forbindelseslinjer mellom skråstrekene.

For å redusere påskriften kan skråstrekene tegnes med faste symboler eller farver, som for eksempel angir arbeidsarten. Maskinbehovsplan, bemanningsplan og materialbestillingsplan kan med fordel tegnes i tidsskala og plasseres på siden av skråstrekplanen.

Skråstrekplaner har sin begrensning, spesielt ved konsentrerte arbeider, bruer, kryss, etc.

#### Korttidsplanlegging

Med korttidsplanlegging menes planlegging for en viss kortere tid, for eksempel fra 2 måneder ned til 1 uke avhengig av hvilket siktemål man har. Ved kort periode og grundig planlegging kan korttidsplanen benyttes som arbeidsordre.

Korttidsplanleggingen bygger på den til enhver tid gjeldende langtidsplan og fremdriftsfront på denne. Fremdriftsfronten viser hvor mye som er utført av de forskjellige deljobber pr en viss dato. Planen er normalt en detaljplan, detaljeringsgraden avgjøres ut fra de behov man har og de muligheter som foreligger. Fremgangsmåte og fremstillingsform er i prinsippet den samme som for langtidsplanen. Skråstrekfremstillingen synes også her å være mest hensiktsmessig. Stolpediagram kan eventuelt brukes, da det her normalt dreier seg om et begrenset antall delarbeider. Nettverk er ikke særlig hensiktsmessig, da korttidsplanen er et utsnitt av en større plan.

Fig. 6 viser et eksempel på en korttidsplan som er et 2 måneders utsnitt av langtidsplanen, men med større detaljeringsgrad. Planen viser for eksempel hvor masser tas ut og hvor de transporteres og fylles, samt hvilke ressurser som er beskjeftiget i arbeidet. Til venstre for arbeidsplanen er bemanningsplan og maskinplan.

#### Spesialplaner

Med spesialplaner menes blant annet arbeidsplaner eller tegninger som supplerer langtids- og korttidsplaner. Det kan være sprengningsplaner, syklusplaner av forskjellig art, tilriggingsplaner, dreneringsplaner, arbeidsplan for bruer etc. Gjelder det





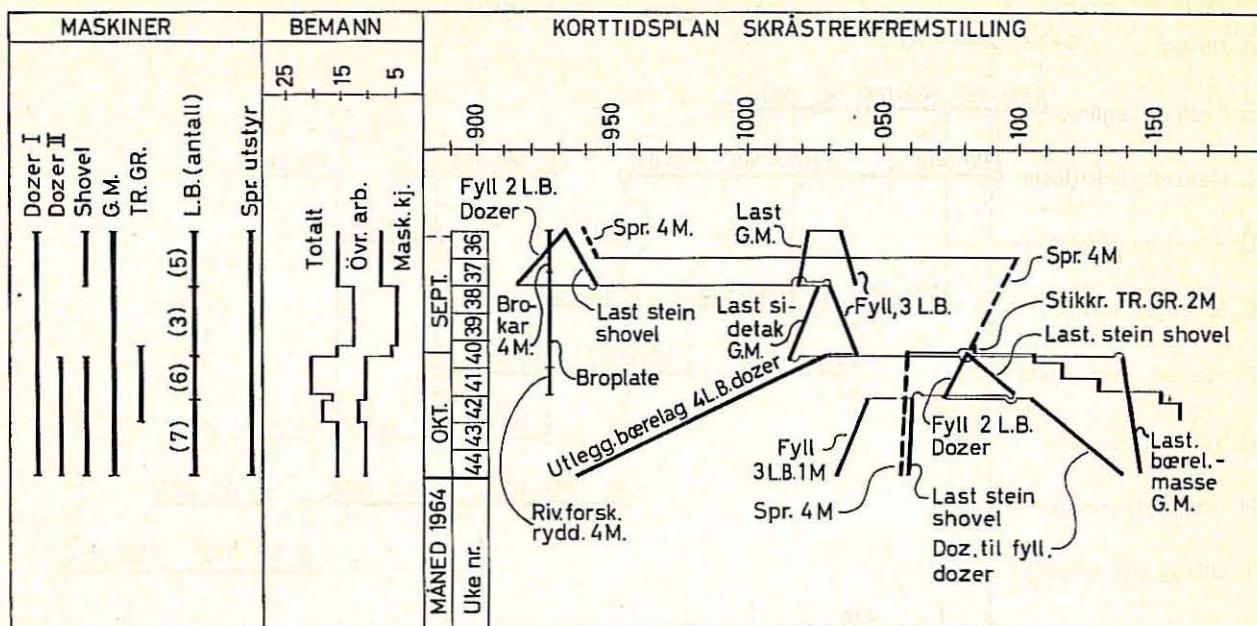


Fig. 6. Skråstrekkfremstilling av korttidsplan.

dato ligger i forhold til planlagt, slik at man kan ta eventuelle konsekvenser, med forsering e. l.

Fremdriftskontrollen gjøres raskt og oversiktlig ved å trekke en fremdriftsfront for visse faste terminer. Ved skråstrekkplan kan den virkelige fremdriften avmerkes med spesielle farver eller streksymboler som atskiller seg fra det planlagte. Det kan også være hensiktsmessig å angi med påskrift hvor stor del av en jobb som er utført pr dato. En samvittighetsfullt utført fremdriftskontroll er et godt grunnlag for oppsetting av avdragsnota for det periodiske oppgjør med byggherren.

Maskiner og arbeidskraft må også følges opp, med angivelse av det virkelig antall til enhver tid.

Oppfølgingsrutiner for oppgjør skjer normalt via timelister og maskin- eller kjørerapporter. Disse rutinene bør systematiseres slik at grunnlaget også kan benyttes direkte for beregning av ydelser (kapasiteter/enhetstider) for ressursene og for etterkalkulasjonen av anlegget.

Registrering av kapasitetstall. Grunnlaget for beregning av kapasitet er mengder og tidforbruk. Kapasiteter måles for å ha en generell kontroll med ressursenes effektivitet, for videre driftsplanlegging ved anlegget, som grunnlag for utsetting av akkorder og for driftsplanlegging ved nye anlegg.

Utførte mengder må registreres periodevis, og søkt nøyaktighetsgrad er avgjørende for målemetode. Mengder kan måles ved direkte oppmåling (f. eks. profilering), ved en eller annen form for lasstelling, ved skjønnsmessig anslag eller tatt direkte ut fra mengdefortegnelsen.

Tidforbruk registreres mest hensiktsmessig på timelister og maskinrapporter, og alt etter krav om

nøyaktighet kan det være aktuelt å dele tiden inn i driftstid og tilleggstid. Tidforbruket må spesifiseres på arbeidssted og arbeidsart, og spesielle forhold som for eksempel transportlengde må angis. Automatisk tidregistreringsutstyr kan monteres på maskiner, men resultatene kan være vanskelige å tolke om man ønsker såkalt driftstid skilt ut. Videre kan tidforbruk registreres ved arbeidsstudier. Rapportskrivning på et veganlegg krever en viss detaljering for at dette grunnlaget skal kunne bearbeides til brukbare resultater. Det skyldes blant annet at det inngår så mange arbeidsarter i anleggsarbeidet, og at arbeidsforholdene varierer sterkt med hensyn til transportlengde og massenes beskaffenhet og fordeling.

Ut fra primærmaterialet vedrørende tidforbruk og mengder må man legge opp et system for periodevis sammendrag med videre overføring til et data-arkiv. Data-arkivet kan ha sortering etter arbeidsarter, etter ressurstype, eller en viss kombinasjon av disse.

Økonomisk oppfølging. Man må følge opp et anlegg økonomisk for å ha en løpende kontroll med de virkelige kostnader pr enhet mot de gitte enhetspriser, og for prognose for resten av anleggstiden. Videre må man ha en avsluttende etterkalkulasjon for en endelig kontroll av enhetsprisene og anleggets totale kostnad, og man trenger erfaringsdata for kalkulasjon av nye anlegg.

Oppfølgingen må bygges delvis på samme grunnlag som kapasitetsberegningen, med et system for sammendrag frem til data-arkiv sortert i henhold til kontoplan. Erfaring viser også her nødvendigheten av et detaljert opplegg for oppfølgingen.

Fig. 7, 8 og 9 viser et system for oppfølging som for tiden utprøves på et veganlegg. Det er en løpende etterkalkulasjon, men man får samtidig beregnet driftskapasitet for ressursene i perioder på 1 uke.

Grunnlaget er firmaets interne timelister for arbeidslagene, den viste maskinrapporten, fig. 7 og oppmåling av mengder etter forskjellige metoder. Ut fra visse antagelser for kostnadene føres så «sammendrag», fig. 8, hver uke. Referansen er kontonummer etter kontoplanen. Kostnadene føres så videret over på et «kontokort», fig. 9. Det er et kontokort for hvert kontonummer som skal følges opp, og det viser altså virkelig enhetskostnad og totalkostnad pr kontonummer på anlegget for hver uke, og som et gjennomsnitt og en sum når arbeidet på vedkommende konto er avsluttet. Et lignende system for sammenstilling av de ukentlige ydelsesdata kan settes opp.

Utviklingen av driftskontroll og oppfølging går trolig mot EDB-rutiner der det vil vise seg å være hensiktsmessig, og lagring av data kan da gjøres på hullkort.

Driftskontroll vil nødvendigvis ta tid, og det er denne tiden man bør redusere så langt det er forsvarlig ved å legge opp systemer med rasjonelle rutiner. Det kan være aktuelt å følge opp bare en-

kelte utpekte arbeidsoperasjoner eller arbeidsarter, særlig før rutinene er fullt utviklet.

### Arbeidsteknikk og kapasitetsdata

#### Ressurser og arbeidsteknikk

Med ressurser menes her maskiner, arbeidskraft og utstyr som er nødvendige ved utførelse av et vegarbeide. I forbindelse med driftsplanleggingen er det meget ønskelig med en logisk klassifikasjon av forekommende ressurser. En mulig inndeling for maskiner er utarbeidet av SBEF (kfr. Development Paper No. 6, 1966 fra SFB-bureau, Stockholm).

Arbeidsteknikk er avhengig blant annet av arbeidsart og materialer. En delarbeidskode er nevnt tidligere og vil bli utarbeidet, med kort beskrivelse, og det vil bli satt opp en oversikt over og inndeling av de materialer som inngår ved et vegarbeide.

#### Kapasitetsdata

For å angi kapasitetsdata må man ha entydig definerte begreper for mengder og tidforbruk. Det eksisterer ingen felles begrep i Norge i dag, men en del institusjoner og firmaer har interne definisjoner. I Sverige er det nå utarbeidet et forslag fra Ingeniörvetenskapsakademien.

Her skal nevnes de definisjoner som foreløpig benyttes ved NBI. De stemmer i grove trekk overens

ENTREPRENÖR: *N.N.* ..... **MASKINRAPPORT** UKE NR: *47* <sup>19/11-19/11</sup> - 1966  
 ANLEGG: *Bakken* ..... MASKIN: *Shovel, Cat 955* NR: *N.N. - 635* FÖRER: *G. Olsen* .....

		MANDAG		TIRSDAG		ONSDAG		TORSDAG		FREDAG		LÖRD./SÖND.	
Sled:		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
BESKRIVELSE	ARBEIDSSTED (pel nr.)	050		050		050 110		050		055			
	ARBEIDSART	Lasting stein		Last. stein		Last. stein løsm.		Last. stein		Last. stein			
	TRANSP. LENGDE (m)	-		-		-		-		-			
	KJÖRT Km (totalt)	-		-		-		-		-			
	OPPGJÖRSFORM	Pr. time		Pr. t.		Pr. t. Pr. t.		Pr. t.		Pr. t.			
TIMERAPPORT	KJÖRING (i drift)	8,0		8,5		5,5 2,0		8,5		4,5			
	VEDL. HOLD (over 1/2 t)	0,5		0,5		0,5		0,5		0,5			
	DRIFTSREP. (- " -)									4,0			
	FLYTTING (- " -)							1,0					
	VENTE, VÆR (- " -)												
	VENTE, ANNET (- " -)	0,5											
SUM UTFÖRT MENGDE	180 m <sup>3</sup>		175 m <sup>3</sup>		160 m <sup>3</sup> 40 m <sup>3</sup>		270 m <sup>3</sup>		170 m <sup>3</sup>				
FYLT BRENNSTOFF (liter)			90				70						
FYLT OLJE (- " -)													
ÅRSAK TIL DRIFTSTANS etc.											Skade på høyre belte. Skifting av ledd.		

Fig. 7. Skjema for maskinrapport.

ARBEID				YTELSE				KOSTNADER (PÅ ANLEGGET)											
Konto - nr.	Sted, pel nr. (pelavsn.)	Menge - enhet	Menge totalt (forutsatt)	MENNGDE		Ressurs, anfall	TIDFORBR.			Oppgjørsform		Direkte kostn. (kr / enhet)						Sum totalt (kr.)	
				Utført i perioden	Gjensvarende		Drifts-tid	Total tid	Driftskapasitet (mengde/timer)	Time-sats	Akkordpris pr. enhet	Arbeids-lønn	Maskin-leie	Materialer	Andre kostnader	Sum direkte	Påslag (% av direkte)		Sum kostn. (kr./enhet)
412	050-055	m <sup>3</sup> <sub>lf</sub>	16300	670	8340	Shovel, 1	35	42	19	60,-			3,76		0,08	3,84	0,19	4,03	
						L.b., 5	175	190	19		2,40		2,40			2,40	0,12	2,52	
						Mask.k., 1				13,-		0,82				0,82	0,45	1,27	
																	7,82	5225,-	

VÅRFORHOLD: ..... TEMPERATURVARIASJON: .....

Fig. 8. Skjema for sammendrag av ytelser og kostnader.

**KONTOKORT**

BESKRIVELSE: Stein, lasting, transp. og tipping

ENHETSPRIS I FLG. ANBUD: 9,50

PERIODE (DATO)	UTFÖRT MENNGDE (PR. PERIODE)	DIREKTE KOSTNADER (KR./ENHET)					PÅSLAG (KR/ENHET)	SUM KOSTN. (KR/ENHET)	SUM KOSTN. (KR.)
		ARBEIDS-LÖNN	MASKIN-LEIE	MATERIA-LER	ANDRE KOSTN.	SUM DIREKTE			
14/11 - 18/11 - 66	670 m <sup>3</sup> <sub>lf</sub>	0,82	6,16		0,08	7,06	0,76	7,82	5225,-
SUM									

Fig. 9. Kontokort.

DATABLAD NBI		datanr.		Klassifikasjon					
bygg/anlegg kategori (produkt)		bygg/anlegg del(-produkt)		Foreløpig produkt					
Materialveg		Underbygning		Utløstet fjellskjæring					
prosess		operasjon (-er)		deloperasjon (-er)					
Masseflytting		Opplasting							
material/masse beskrivelse		dimensjoner / fragmentering / borbarehet		tilstand/vanninnhold					
Oppsprukket fjell		Finsprengt							
ARBEIDSBESKRIVELSE H.H.	Skisse		skisse/metodebeskrivelse/nettverk		Metodebeskrivelse m.m:				
					Lasting til en side. Svingevinkel: 45° - 90° Høyde på røys: 2-3m Ventende truck står til lastet truck har kjørt forbi. Truck: Scania Vabis DL 76, 2 stk Lastekapasitet: 5,5 m <sup>3</sup> "strøket"				
RESSURSER	Maskin kategori/stand		fabrikat/ type nr./år		Utstyr				
	Gravemask. m/belter/god		Landsverk /L 77		Forgraverskuff				
Bemanning/dyktighet		innkjøring / ytelse		Lønssystem					
1 mann / god		~ Basis / god		Timelønn					
dato / periode		sted		Firma/etat					
studiemetode/varighet		mengdemålingsmetode		vår/ betydning for resultat					
Klokke / 2 t 15 min		Vurdering av skuffyllingsgrad		O. K					
BESKRIVELSE		TID PR. NR.		min pr:		%			
				skuff		Lass			
Grave				0.18		1.03		38	
Svinge frem				0.05		0.31		11	
Tømme				0.04		0.22		8	
Svinge tilbake				0.05		0.27		10	
Rangere g.m				0.02		0.13		5	
Ordne arb. plass				0.13		0.75		27	
Ressurstid				0.47		2.71			
Vente p.g.a kobling						0.03		1	
Metodeid						2.74		100/63	
Tilleggstider						1.64		37	
Driftstid						4.38		100	
RESULTATER	STUDANTALL		179		31				
	VIRK.MENGE		0.93		5.36		166		
ENHET		m <sup>3</sup> /t		m <sup>3</sup> /t		m <sup>3</sup> /t			
TEOR.MENGE									
ENHET									
YTELSE ENH.		skuff/t		lass/t		m <sup>3</sup> /t			
RESSURS-kap		130		23		119			
METODE-kap				22		117			
DRIFTS-kap				14		74			
		Studiens varighet er for kort til at tilleggstidene er representative.							

Fig. 11. Eksempel på utfylt datablad.

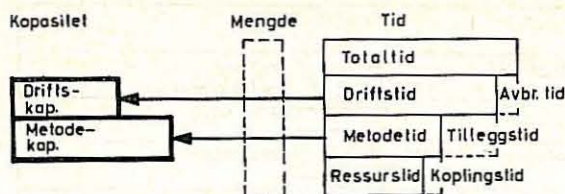


Fig. 10. Begreper for kapasiteter.

med de kilder som er nevnt ovenfor, men det bør snarest utarbeides felles norske begreper.

#### Mengde:

Volumer er vanskelige å måle helt eksakt. De kan angis etter teoretiske og virkelige begrensning-linjer, og videre som fast, løsgjort eller som komprimert masse. «Løsgjort» og «komprimert» er heller ikke entydige begreper. Som norm for løsgjort tilstand kan for eksempel brukes massens tilstand oppløst på transportmiddel. Man får da følgende begreper:

Teoretisk fast masse	$m_{tf}^3$
— » — løs »	$m_{tl}^3$
— » — komprimert masse	$m_{tk}^3$
Virkelig fast masse	$m_{vf}^3$
— » — løs »	$m_{vl}^3$
— » — komprimert masse	$m_{vk}^3$

Angivelse av lass- og skuffstørrelser er usikre hvis ikke beregningsmåte er angitt. Det finnes amerikanske normer for beregning av henholdsvis «strøkent» og «toppet» mål for trucker, scrapere og frontlasteskuffer (SAE J 741 a og J 742 a). For gravemaskinskuffer finnes foreløpig ikke faste normer.

#### Tidforbruk:

Tidforbruk kan defineres med ressurstid, koblingstid, tilleggstid og avbruddstid.

*Ressurstid* er den tid en ressurs arbeider med forberedende, løpende eller avsluttende arbeide.

*Koblingstid* er den tid en ressurs på grunn av arbeidsmetoden nødvendigvis må vente ved kobling med andre ressurser eller arbeidsoppgaver.

*Tilleggstid* er venting eller annen uproduktiv tid inntil 1 times sammenhengende varighet.

*Avbruddstid* er venting eller driftsavbrudd med sammenhengende varighet over 1 time.

*Kapasitet* beregnes som utført mengde (angitt ved begrep) dividert på medgått tidforbruk i timer, og man får begreper som vist i fig. 10. I stedet for kapasitet kan det av og til være hensiktsmessig å angi ydelse med enhetstid, tidforbruk pr mengde-enhet.

NBI arbeider for tiden med en hensiktsmessig inndeling av tilleggstider for en klassifisering av mulige årsaker.

Nivå for de kapasitetsdata som samles inn, må fastlegges ut fra behov og bruksområder. Normalt vil metodekapasitet og driftskapasitet være av størst interesse for driftsplanleggingen.

Kapasitetsdata bør om mulig fremstilles på en ensartet måte, slik at de er mest mulig sammenlignbare. NBI har utviklet et «Datablad» med dette formål for øye. Fig. 11 viser et eksempel på utfylt datablad, med grunnlag i en arbeidsstudie. (Klassifikasjonsnummeret er tatt fra den nevnte maskin-klassifiseringen fra SBEF). Databladene må inngå i et arkiv, men de bør om mulig bearbeides videre med sammenstilling av data til funksjoner, kurver, nomogram etc. Databladene gir en konsentrert fremstilling av data, og er samtidig en grov sjekk på at man får med faktorer av betydning.

Kapasitetsdata kan som nevnt samles inn etter flere metoder. NBI har tatt en del arbeidsstudier på veganlegg, for bl. a. å lære studieteknikken å kjenne, utprøve systemer for begrepsdefinisjoner, utprøving av datablad samt få bedre kjennskap til arbeidsteknikk og ressurser, og deres ydeevne.

#### Avslutning

Erfaringene fra dette forskningsprosjekt vil bli innlemmet i en anvisning. Det gjenstår en del arbeide for å kunne gi et komplett bilde av de grunnleggende forhold. Imidlertid vil NBI's arbeide her bli intensivert i henhold til et oppsatt program.

Man kan vel trygt si at det improviseres mye på veganlegg i Norge i dag. Mange har bare et grovt stolpediagram som arbeidsplan, som for det første er for grovt som grunnlag for arbeidsdriften, og for det andre vil det ofte dukke opp nye forutsetninger som gjør planen ubrukar. Arbeidet går stort sett bra likevel der det er dyktige folk i anleggsledelsen. Men man må ha en oversikt over hva som skal gjøres også på lengre sikt, hvordan arbeidet skal utføres, og man må vite hvordan det er gått for å kunne kostnadsregne og planlegge reelt nye prosjekter.

Samtlige etater eller firmaer som driver med veganleggsdrift har derfor all mulig fordel av å analysere, planlegge driften av og følge opp et veganlegg. Man får kanskje ikke roligere dager av det i første omgang, men har i alle fall tilfredsstillelsen av å ha det hele under kontroll, og man vet om den og den jobben er gått bra eller dårlig, og hvorledes resultatet er fremkommet.

Driftsplanleggingen er ikke et mål i seg selv. Den er et hjelpemiddel eller en teknikk for å kunne styre arbeidsprosessene. En av fordelene ved å utføre driftsplanlegging er at man, uansett fremgangsmåte, lærer prosjektet grundig å kjenne, og det er vel kanskje viktigst av alt.

