

# Vertikaltraséen

Sivilingeniør Sven B. Urving

Transportøkonomisk institutt

DK 625.72

Ved utforming av vertikaltraséen må vegplanleggeren søke å tilfredsstille en rekke krav som trekker i motsatt retning. Trafikanter flest krever høyt hastighetsnivå, næringslivet krever økonomiske transportforhold for tungtrafikken, og almene krav til høy sikkerhetsmessig standard gjøres gjeldende fra alle hold. På den annen side forlanges det at anleggskostnadene skal holdes innen rimelige grenser. Dertil kommer de selvfølgelig krav om en estetisk godt utformet veglinje hvor vertikal- og horisontaltraséens elementer er avpasset til hverandre.

En tilfeldig valgt utformning av vertikaltraséen vil bare unntaksvis ligge nær opptil en beregnet optimal løsning. For veger med betydelige trafikkmengder er det nødvendig å foreta systematiske analyser av de kostnader som veglinjen påfører den enkelte trafikant og samfunnet som helhet. Merknadene på anleggsiden ved en senking av veglinjen eller ved bygging av krabbefelt må sammenholdes med de besparelser slike tiltak medfører for trafikantene.

Både på det norske vegnett og i utlandet finnes mange eksempler på dårlig gjennomtenkt planlegging. Kilometerlange, snorrette og harde stigninger, vertikalcurver som leder horisontalkurver, sterkt vekslende kurvatur m.m. skaper dårlige trafikforhold både ut fra kapasitetsmessige, kjørekostnadsmessige og sikkerhetsmessige synspunkter.

## Stigningsforhold og hastighetsnivå.

Stigningsforholdene på en veg har ofte stor innvirkning på hastighetsnivået. I lange, sterke stigninger må såvel lette som tunge biler redusere sin hastighet. I relativt slake stigninger holder imidlertid de lette bilene stort sett samme hastighet som på flat veg, mens de tunge bilene også her oftest må redusere hastigheten. Hastighetsreduksjonen er avhengig av

stigningsgrad, stigningslengde og forholdet mellom motorstyrke og totalvekt, og det foreligger gode opplysninger om tunge bilers hastighetsnivå i forskjellige stigninger.

Opplysningene for personbilene er mer sparsomme, og de gjelder heller ikke for vår personbilpark som antas å ha noe lavere gjennomsnittlig motorstyrke enn f. eks. i USA og Sverige. Det bør følgelig foretas undersøkelser på norske veger for å fastlegge forholdene her eller eventuelt verifisere de utenlandske resultatene. Inntil dette kan skje, baseres beregningen på uendret personbilhastighet i stigninger.

For detaljutformingen av vertikaltraséen i Norge er det foreslått å legge til grunn en tung bil med styrkeforhold 1 : 90 (90 kg/hk). Dette tilsvarer en lastebil med f. eks. 150 hk motorstyrke og totalvekt 13,5 tonn. Figur 1 viser hvordan en tung bil av denne

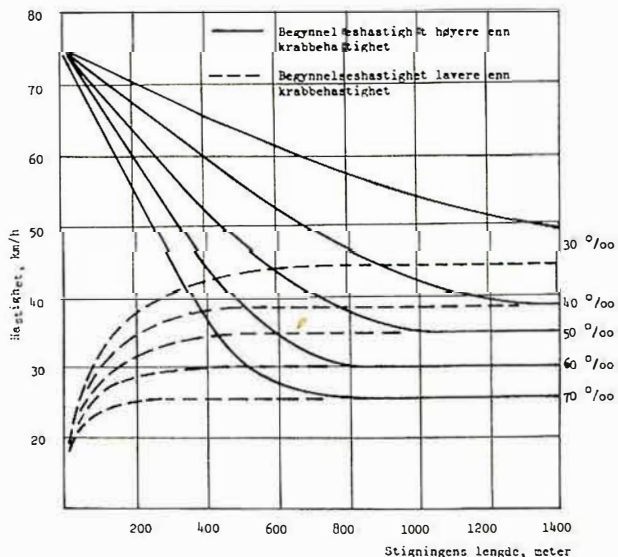


Fig. 1. Hastighet i forskjellige stigninger for lastebil med forhold mellom motorstyrke og totalvekt ca. 1 : 90 (90 kg/hk).

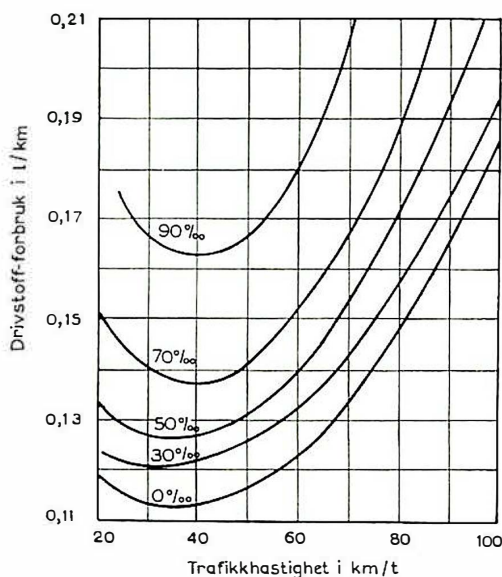


Fig. 2. Drivstoff-forbruk og stigningsforhold (Pontiac Sedan).

størrelse må redusere sin hastighet i forskjellige stigninger og ved forskjellig begynneshastighet. Fra dette diagrammet kan det konstrueres hastighetsprofiler for tunge biler i stigninger.

En grundig detalj-planlegging forutsetter at hastighetsprofilen langs vegen tegnes opp og stadig kontrolleres. Hastighetsdifferansen mellom tunge og lette biler ligger vanligvis på 10–15 km/h på flat veg. I stigninger blir hastighetsdifferansen betydelig større, og en av konsekvensene av dette er at tunge biler forbruker mer kapasitet enn på flat veg. En tung bil representerer følgelig flere personbilenheter i stigning enn ellers på vegen, et forhold som i kapasitetsberegningene kompenseres for ved å bruke større omregningsfaktorer. Tungtrafikk i stigninger kan redusere en veks kapasitet så meget at vegens dimensjonerende (praktiske) kapasitet blir lavere enn dimensjonerende timetrafikk. Dette er et av kriteriene for bygging av krabbefelt.

### Stigningsforhold og kjørekostnader.

Kjøring i stigninger resulterer i større drivstoff-forbruk og lengre reisetid. Figur 2 viser hvordan drivstoff-forbruket øker for en vanlig amerikansk personbil. For tunge biler øker forbruket meget sterkere. I en 40‰ og en 60‰ stigning er således forbruket henholdsvis ca 30‰ og 50‰ større enn i en 15‰ stigning.

Vurderinger av kjørekostnadene alene tilsier at stigningene bør holdes så lave som mulig. I praksis fører imidlertid dette til store masseforflytninger og uforholdsmessig høye anleggskostnader. I hvilken utstrekning det bør investeres i et høyere hastighetsnivå kan bestemmes ved å sammenholde trafikantenes innsparte drifts- og tidskostnader med merkostnadene på an-

leggsiden for forskjellige utformninger. Derved er det mulig å komme frem til optimale stigningsforhold m.h.t. samfunnets totalkostnader.

Denne optimalisering er bare nødvendig på veger med så store trafikkmengder at besparelsene på kjørekostnadssiden blir utslagsgivende. For veger med små trafikkmengder må den utforming velges som innenfor rammen av de tekniske krav gir laveste anleggskostnader.

### Sikkerhet og estetikk.

Trafikksikkerhetsforskning har påvist at ulykkesfrekvensen øker med stigningsgraden. Dette skyldes særlig den relativt store hastighetsforskjell mellom lette og tunge biler i stigninger. Før og etter lange og harde stigninger kan det derfor bli nødvendig å legge inn overgangstrekkninger for utjevning av større variasjoner i hastighet, eventuelt redusere virkningene av hastighetsforskjellen ved å bygge krabbefelt.

Tabell 1: Ulykkesfrekvens i stigninger ved forskjellig horisontalkurvatur. (Tyske undersøkelser.)

Horisontal kurveradius meter	Antall ulykker pr 1 mill. vognkilometer Stigning i ‰			
	0—20	20—40	40—60	60—80
400—1000 .....	0,73	1,06	1,92	2,33
1001—2000 .....	0,50	0,70	1,85	2,00
2001—3000 .....	0,40	0,20	1,50	1,70
3001—4000 .....	0,42	0,25	1,30	1,55
over 4000 .....	0,28	0,20	1,05	1,32

Den trafikksikkerhetsmessige standard er nær knyttet til den estetiske utforming av vegen. En estetisk godt utformet veg byr vanligvis trafikantene god kjørekomfort, og sannsynligheten for ulykker blir følgelig mindre. Det er særlig viktig at horisontal- og vertikaltraséen tilpasses hverandre slik at uheldige kombinasjoner av horisontal- og vertikalkurver unngås. Skarpe horisontalkurver ved eller i nærheten av bakketopp bør ikke forekomme fordi det er spesielt vanskelig å oppfatte det videre linjeforløp i mørke. Lyskasterne belyser vegen dårligere enn ellers både i høybrekks- og lavbrekkskurver, og en god regel for detalj-planleggingen er å la horisontalkurven være lengre enn vertikalkurven.

Generelt må målsettingen for detalj-planleggingen være å skape en jevn, rolig veglinje med gode, gradvise overganger mellom stigningene. Det er særlig viktig at stigningsforholdene er noenlunde ens over lengre parseller og at vertikalkurvene, i likhet med horisontalkurvene, er av noenlunde samme størrelsesorden. Derved får vegen preg av å ha en gjennomgående jevn teknisk standard.





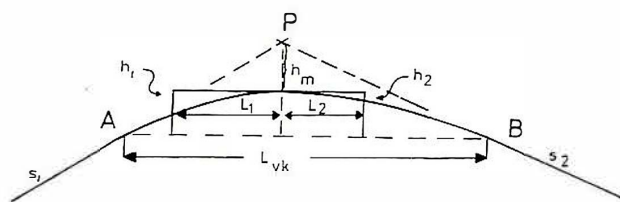


Fig. 4. Høybrekkskurve hvor sikt lengden er mindre enn buelengden.

$$h_m = \frac{L_{vk}}{8} (s_2 - s_1) \quad (4)$$

Av hensyn til drenasje og/eller bruer er det også ofte ønskelig å bestemme det laveste eller høyeste punkt på en vertikalkurve. Beliggenheten av dette punkt finnes fra formelen

$$x = \frac{-s_1 \cdot L_{vk}}{s_2 - s_1} \quad (5)$$

Denne formelen gjelder både for høyeste og laveste punkt på kurven så lenge  $s_1$  og  $s_2$  har motsatt fortegn. Hvis fortegnene er ens, vil ikke tangenten på noe punkt være horisontal, og kurven vil derfor ikke ha noen maksimum- eller minimumverdi.

Parabelens lengde er avhengig av de krav som stilles til sikt. Når sikt lengden er mindre enn buelengden (se figur 4), kan man ved å bruke avsett-regelen skrive

$$\frac{h_1}{h_m} = \frac{L_1^2}{\left(\frac{L_{vk}}{2}\right)^2} \quad (6)$$

(Avsettene fra stigningslinjen eller tangenten er proporsjonale med kvadratet av avstanden fra kurvepunktet).

Settes (4) inn i (6) kan  $L_1$  uttrykkes ved

$$L_1 = \sqrt{\frac{2L_{vk} \cdot h_1}{s_1 - s_2}} \quad (7)$$

På samme måte kan  $L_2$  beregnes. Vertikalkurvens lengde,  $L_{vk}$ , kan nå uttrykkes gjennom siktkravet ( $L_1 + L_2$ ) og den algebraiske differanse mellom stigningene.

$$L_{vk} = \frac{L^2 \cdot (s_1 - s_2)}{(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})} \quad (8)$$

Når sikt lengden er større enn buelengden, blir

$$L_{vk} = 2L - \frac{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{s_1 - s_2} \quad (9)$$

Verdiene for  $h_1$  og  $h_2$  for ulike siktkrav settes inn i (8) og (9), og avhengighetsforholdet mellom  $L_{vk}$ ,  $L$

og  $(s_1 - s_2)$  kan representeres grafisk for det aktuelle gyldighetsområdet for høybrekkskurver.

Kjørekomfort og sikkerhet tilsier at det må stipuleres nedre grenseverdier for vertikalkurvens lengde. For høybrekkskurver blir ikke sentrifugalkraften målgivende for det kurveutvalget som er aktuelt. Det er imidlertid ønskelig å unngå inntrykket av en knekket veglinje, og en vanlig brukt regel som relaterer minste tillatte kurvelengde til vegens dimensjonerende hastighet er:

$$L_{vk \text{ min}} \text{ (meter)} = 2/3 V \text{ (km/h)} \quad (10)$$

For lavbrekkskurver gjelder det fundamentale krav at den veglengde som belyses av et kjøretøys lyskaster ved nattkjøring skal være lik dimensjonerende stoppsikt for vegen. I beregningene av lavbrekkskurvenes lengde forutsettes det at lyskasterne er montert 0,75 m over vegbanen og at lyskjeglen sprer seg  $1^\circ$  over vognens lengdeakse. Det kan da utledes følgende formler for vertikalkurvens lengde i lavbrekk:

$$L_{vk} = \frac{(s_1 - s_2) \cdot L_s^2}{1,5 + 0,035 L_s} \text{ når } L_s < L_{vk} \quad (11)$$

og

$$L_{vk} = 2 L_s - \frac{1,5 + 0,035 L_s}{(s_1 - s_2)} \text{ når } L_s > L_{vk} \quad (12)$$

I lavbrekkskurver blir vognførerne utsatt for en sterkere vertikal akselerasjon enn i høybrekkskurver fordi tyngdeakselerasjonen og sentrifugalkraften virker i samme retning. Verdien for tolerabel vertikal akselerasjon m.h.t. kjørekomfort er vanskelig å fastlegge, da bilens fjærsystem, bildekkenes fleksibilitet, bilens totalvekt m.m. er medvirkende faktorer og varierer sterkt fra en bil til en annen. Undersøkelser viser at en maksimumverdi på  $0,3 \text{ m/sek}^2$  for vertikal akselerasjon i lavbrekkskurver gir tilfredsstillende kjørekomfort for de fleste biltyper. Når kravet til kjørekomfort alene gjøres gjeldende, kan lavbrekkskurvenes minimumslengder beregnes fra formelen

$$L_{vk} = (s_1 - s_2) \cdot \frac{V^2}{3,56} \quad (13)$$

Dette kravet blir imidlertid bare dimensjonerende for små verdier av stigningsendringen  $(s_1 - s_2)$ .

Et diagram som angir minste tillatte lengde for høybrekkskurver for forskjellige krav til stoppsikt og ved forskjellige stigningsendringer vises på figur 5. Andre diagrammer er utarbeidet for bruk når møtesikt eller forbikjøringssikt skal sikres i høybrekkskurver og for stoppsikt i lavbrekkskurver. På diagrammene er minste tillatte kurvelengder fra (10) tegnet inn. Et eget diagram er utarbeidet på grunnlag av (13).



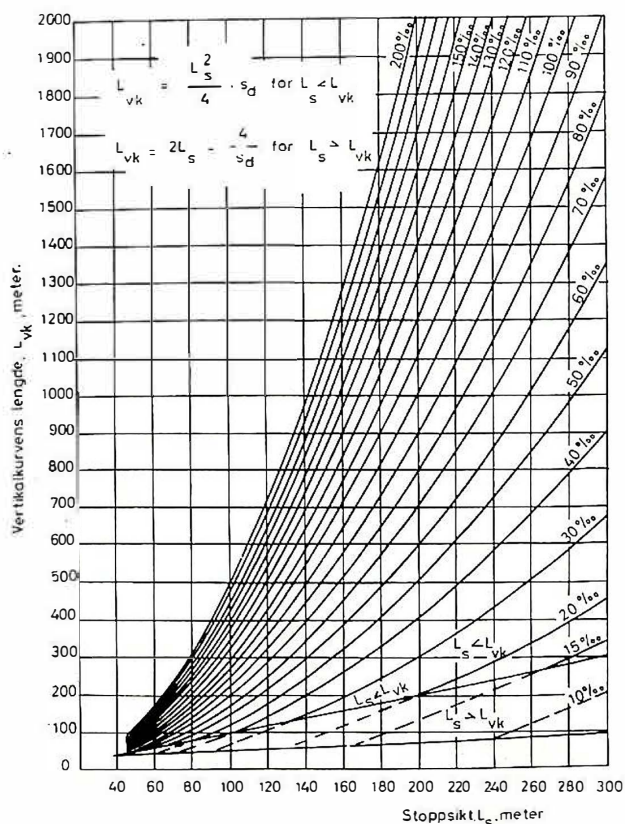


Fig. 5. Minste tillatte lengder for høybrekkskurver for forskjellige krav til stoppsikt ved forskjellige stigningsendringer.

### Krabbefelt.

Et av kriteriene for bygging av krabbefelt er at tungtrafikken sinker trafikstrømmen så meget i stigninger at det oppstår kapasitetsnød. Det er imidlertid ikke alltid bygging av krabbefelt er den beste løsning på kapasitetsproblemet i stigninger. Alternative løsninger kan være reduksjon av stigningen, f. eks. ved å endre planumslinjen eller en mindre omlegging av horisontaltraséen, eller utbygging til 4 kjørefelt over en lengre parsell. Det er meget viktig at de ulike alternativer for en gitt situasjon vurderes m.h.t. anleggs-, vedlikeholds- og kjørekostnader. Det alternativ som gir den minste verdi av summen av alle kostnadskomponentene vil være den beste løsning.

For de tilfeller hvor bygging av krabbefelt blir aktuelt er det utarbeidet retningslinjer for de nødvendige beregninger. Behovet for krabbefelt uttrykkes som en funksjon av trafikkmengde, trafikksammensetning, stigningsgrad og stigningslengde.

Krabbefeltets begynnelse skal være i det punkt hvor hastighetsdifferansen mellom en vanlig personbil og en tung bil begynner å overstige en kritisk verdi. Belliggenheten av dette punkt er avhengig av biltypenes trekkraftsforhold og hastighet ved bakkefoten, og det kan bestemmes fra hastighetsprofiler for kjøretøyene.

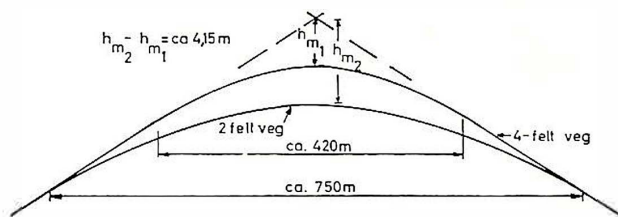


Fig. 6. Lengdeprofil for 2- og 4-felt traséer.

Personbilenes hastighetsprofil i stigninger er som nevnt ennå ikke klarlagt for norske forhold, og det forutsettes derfor at personbilene holder uendret hastighet uansett stigningsgrad og -lengde. Det kan da benyttes en fast hastighetsreduksjon for tunge biler for å bestemme krabbefeltets begynnelsepunkt. Konsekvensene av å bruke en fast hastighetsreduksjon i detaljplanleggingen er at krabbefeltets begynnelsepunkt flyttes noe nærmere bakkefoten enn tilfellet ville være om også personbilens hastighetsreduksjon ble trukket inn i vurderingene.

I forslagene til nye vegnormaler er dimensjonerende eller kritisk hastighetsreduksjon relatert til vegtypen. Det forutsettes at en større hastighetsdifferanse kan tolereres på adkomstveger og avkjørselsregulerte veger enn på motorveger og avkjørselsfrie veger. Kritisk hastighetsreduksjon er fastsatt til 15 km/h for vegtype A og B og 20 km/h for vegtype C og D.

Med kjennskap til en tung bils hastighet ved bakkefoten kan man fra figur 1 bestemme en stignings kritiske lengde, d.v.s. den veglengde en tung bil tilbakelegger før hastighetsreduksjonen når sin kritiske eller dimensjonerende verdi. I dette punkt skal krabbefeltet ha full bredde, og overgangen må følgelig bygges forut for punktet. Til grunn for beregning av overgangslengden legges tungtrafikkens hastighetsnivå og en sideforflytningshastighet på 1,0 meter pr sekund.

Krabbefeltet kan avsluttes i det punkt hvor dimensjonerende hastighetsdifferanse igjen kan realiseres, men det anbefales at feltet videreføres med en tilpasningslengde på minst 60 meter. Deretter følger overgangen til vanlig kjørebanebredde. Overgangslengden beregnes på samme måte som for krabbefeltets begynnelse.

### Bygging av ekstra kjørefelt i kupert terreng.

I de tilfeller hvor det forlanges at møtesikt skal sikres overalt, vil vegen bli meget stiv å legge i terrenget. Særlig kostbart blir det å tilfredsstille siktkravene når terrenget er kupert. I slike tilfeller må man vurdere å utvide vegen til 4 kjørefelt over lengre parseller. Kravene til møtesikt faller da bort og bare stoppsikt må sikres. Dette fører til at vertikalkurvene blir betydelig kortere og skjæringsmassene mindre.

Eksempelvis kan det i et tenkt tilfelle stipuleres at to 50‰/00 stigninger skal utjevnes med en vertikal-

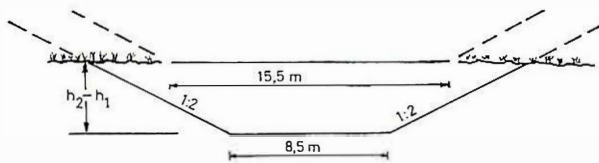


Fig. 7. Tverrprofil for 2- og 4-felt traséer nær bakketopp.

kurve. Møtesikt er 270 meter og stoppsikt 130 meter. (Dimensjonerende hastighet = 90 km/h.) For 2-felt vegen hvor møtesikt må sikres blir høybrekkskurven ca 750 meter lang. Hvor vegen bygges med 4 kjørefelt samme sted må bare stoppsikt sikres, og kurvens lengde reduseres til ca 420 meter. Skjæringsdybden ved bakketopp reduseres med over 4 meter og, til tross for det bredere tverrprofil, blir skjæringsmassene for 4-felt vegen over 20000 m<sup>3</sup> mindre enn for 2-felt vegen. Utvidelse av kjørebanelen medfører imidlertid større kostnader til vegdekke og bærelag, og vedlikeholdskostnadene vil også øke. Stigningene blir lengre og kjørekostnadene følgelig større. Ser man på en isolert stigning kan det være store besparelser å hente ved utvidelse til 4 kjørefelt. Av sikkerhetsmessige grunner kan man imidlertid ikke skifte vegstandard så snart man skal over en bakketopp. Utvidelsene må gjøres gjeldende over lengre parseller, og totalt sett

blir ofte 4-felts vegen betydelig dyrere å føre frem. Hele parsellen må kostnadsberegnes for de to alternativer, og eventuelle innsparte anleggskostnader må sammenholdes med økte vedlikeholds- og kjørekostnader i en rentabilitetskalkyle.

I bestrebelsene med å finne frem til en optimal linjeføring for et prosjekt vil vertikaltraséens utformning spille en meget vesentlig rolle. En samvittighetsfull analyse av alle forhold som påvirkes av utformningen må derfor legges til grunn for detalj-planleggingen.

### Synopsis.

In this article the author discusses the principles of vertical alignment of roads. The effects of grades on operating speed, operating costs and safety are stated. The requirements of the new road standards are mentioned and the use of parabolic vertical curves explained. The use and design requirements of truck climbing lanes are discussed, as is the economics of two vs. four lane roads in rolling terrain.

### Litteratur:

- [1] *Håndbok for beregning av kjørekostnader på veg.* Utgitt av Kjørekostnadskomiteén.
- [2] *Forslag til nye vegnormaler for Statens Vegvesen.* Vegnormalkomiteén.
- [3] *Stigningsgrad og stigningslengde. Vertikalkurver, Dimensjoneringsgrunnlag for krabbefelt.* Premisser for vegnormalene utarbeidet for Vegnormalkomiteén.

## Trafikkutviklingen 1960-1963

*Sekretær Paul Kristiansen*

Nedenstående to tabeller viser trafikkutviklingen fra 1960 til 1963.

Tabell 1 viser årsdøgntrafikken i en rekke punkter på noen av våre viktigste vegruter. Trafikktallene for 1963 er stilt sammen med trafikktallene for 1960, og den gjennomsnittlige årlige trafikkøkning er regnet ut.

Tabell 2 gir en fylkesvis oversikt over trafikkutviklingen fra 1960 til 1963. Tabellens første kolonne viser hvor mange vegarmer tellingen omfatter i hvert fylke. I annen kolonne er årsdøgntrafikken for vegarmene summert opp, mens tredje kolonne viser den gjennomsnittlige prosentvise økning pr år siden 1960. De øvrige kolonner i tabellen viser hvor mange vegarmer det er som har hatt

den prosentvise trafikkøkning pr år som er angitt på toppen av kolonnen. For hele landet er det f. eks. 78 vegarmer som har hatt en gjennomsnittlig årlig trafikkøkning fra 11 til 15 prosent. Det viser seg at trafikkøkningen har vært høyst forskjellig. Den har variert fra 0 prosent til 70 prosent, med en sterk konsentrasjon i intervallene fra 6 til 25 prosent. 199 av i alt 241 vegarmer, eller 82,5 prosent faller innenfor disse intervaller. Den gjennomsnittlige årlige trafikkøkning for landet under ett viser seg da også å være 14 prosent i de siste tre år.

I Norsk Vegtidskrift nr 3, 1964 (s. 45), er det gjort rede for de manuelle trafikktellinger som hvert år foretas i et utvalg av tellepunktene fra 1960-tellingen.



Tabell 1. Trafikkutviklingen 1960—1963

Veg nr	Tellepunkt og nr	Vegarm mot	Årsdogntrafikk		Gjen- nomsn. økning pr år %	Veg nr	Tellepunkt og nr	Vegarm mot	Årsdogntrafikk		Gjen- nomsn. økning pr år %
			Antall motor- kjøretøyer	1960					Antall motor- kjøretøyer	1960	
Rv 1	<i>Skjeberg</i>										
	01091	Svingen	3 980	2 873	12		<i>Stuppen bru</i>	Trondheim	5 400	3 083	20
	01092	Sarpsborg	3 545	2 602	11		14081	Heimdal	5 915	3 740	16
							14083				
	<i>Karls hus</i>						<i>Stamphusmyra</i>				
	01251	Moss	4 250	2 939	13		15081	Enkel vegstr.	1 860	1 171	17
01252	Sarpsborg	2 910	2 206	10		<i>Grong (Medjå)</i>					
<i>Ljansbruket</i>						15291	Gartland	530	347	15	
02071	Enkel vegstr.	8 230	5 994	11		15292	Formofoss	665	438	15	
Rv 40	<i>Lysaker</i>						<i>Rogman syd</i>				
	02661	Enkel vegstr.	31 590	24 223	9		16061	Enkel vegstr.	805	309	37
	<i>Lierskogen</i>						<i>Brandvoll</i>				
	05011	Enkel vegstr.	6 870	4 800	13		17042	Fossbakken	550	399	12
							17043	Bardu	790	562	12
	<i>Amtmannsvingen</i>						<i>Vollan</i>				
	05021	Oslo	7 660	4 983	15		17072	Storsteinnes	650	435	14
	05022	Drammen	10 660	7 271	13		17073	Oteren	395	286	11
	<i>Gunnestad</i>						<i>Tretten</i>				
	06031	Drammen	4 325	2 974	13		17101	Oksfjord	150	109	11
	06032	Sande	4 490	3 095	13		17102	Storslett	180	132	11
	<i>Rorkoll</i>						<i>Bukta</i>				
	06421	Sem	4 185	2 787	15		18031	Enkel vegstr.	1 495	906	18
	06422	Larvik	4 395	2 879	15		<i>Varangerbotn</i>				
							18101	Skipagurra	495	261	24
	<i>Rugtveitmyra</i>						18102	Kirkenes	395	182	29
	07031	Stathelle	1 825	1 046	21		<i>Bjorkheim</i>				
	07032	Bamble	1 825	1 006	22		18121	Kirkenes	1 615	1 067	15
	<i>Sunde bru</i>						18122	Varangerbotn	1 395	933	14
	08261	Brevik	1 090	639	19		<i>Skaret</i>				
08262	Akeland	1 230	740	19		05221	Hønefoss	3 010	1 884	17	
<i>Timenes</i>						05222	Sandvika	2 735	1 728	17	
09301	Kristiansand	2 555	1 128	31	Rv 20	05331	Enkel vegstr.	905	504	22	
<i>Vigeland</i>						<i>Storetveit</i>					
09061	Mandal	1 400	856	18		11261	Enkel vegstr.	9 465	7 079	10	
09062	Lyngdal	1 520	963	17		<i>Bjorgo</i>					
<i>Nærheim</i>						04241	Fagernes	810	486	18	
10071	Bryne	1 855	1 089	19		04243	Bagn	480	254	23	
10072	Varhaug	1 105	710	16		<i>Borlaug</i>					
						12031	Maristova	195	147	10	
						12033	Lærdal	265	168	16	
Rv 50	<i>Gjelleråsen</i>						<i>Skulestadmo</i>				
	02231	Kjellerholen	7 255	5 119	12	Rv 60	11131	Vinje	730	576	8
	02232	Oslo	9 730	6 942	12		11132	Vossevangen	905	718	8
	<i>Åveiskillet</i>						<i>Sogge bru</i>				
	02601	Minnesund	2 760	1 770	16		13161	Dombås	495	301	18
	02602	Oslo	3 930	2 514	16		13162	Åndalsnes	650	373	20
	<i>Strandlykkja</i>						<i>Solnor</i>				
	03321	Enkel vegstr.	1 920	1 372	12		13231	Sjøholt	805	411	25
	<i>Doblaug</i>						13233	Ålesund	735	406	22
	03411	Brumunddal	3 350	2 394	12						
03412	Hamar	3 310	2 422	11							
<i>Grønerud</i>											
04371	Enkel vegstr.	1 445	973	14							
<i>Ulsberg</i>											
03631	Trondheim	425	311	11							
03633	Hjerkinn	440	318	11							

Tabell 2. *Trafikkutviklingen 1960—63.*  
Motorkjøretøyer.

Fylke	Antall vegarmer tallet	Sum årsd.-trafikk 1963 for de tellede vegarmer	Gjennomsn. prosentvis økning pr år 1960-63	Vegarmene fordelt etter den gjennomsnittlige prosentvise trafikøkning pr år														
				0	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70
Østfold .....	19	29 575	12	-	-	7	10	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Akershus .....	20	78 205	12	-	-	1	4	11	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-
Hedmark .....	18	16 375	10	-	2	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oppland .....	13	13 825	20	-	-	-	3	3	3	1	1	2	-	-	-	-	-	-
Buskerud .....	14	42 315	14	-	-	-	9	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vestfold .....	21	33 395	11	1	1	6	11	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Telemark .....	10	9 045	19	-	-	2	1	3	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Aust-Agder .....	7	3 570	18	-	-	-	2	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vest-Agder .....	12	11 400	23	-	-	1	1	2	2	1	3	1	1	-	-	-	-	-
Rogaland .....	15	8 740	17	-	2	1	3	6	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hordaland .....	10	13 530	12	-	-	4	-	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Sogn og Fjordane .....	12	2 350	23	-	-	2	1	3	1	1	-	1	1	1	-	-	-	1
Møre og Romsdal .....	24	9 300	20	1	2	2	6	6	4	-	-	-	-	1	-	2	-	-
Sør-Trøndelag .....	10	18 575	18	-	-	1	3	5	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Nord-Trøndelag .....	10	6 570	18	-	-	-	4	1	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-
Nordland .....	7	4 045	18	-	-	1	3	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-
Troms .....	9	3 550	11	-	1	1	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Finnmark .....	10	6 790	18	-	-	1	2	2	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-
Hele landet absolutte tall ....	241	311 155	14	2	8	38	78	54	29	12	7	5	2	2	-	3	-	1
Hele landet relative tall .....	100			0,8	3,3	15,8	32,3	22,4	12,0	5,0	2,9	2,1	0,8	0,8	-	1,3	-	0,5



# Analyse, arbeidsplanlegging og driftskontroll ved vegbygging

En orientering om et pågående forskningsprosjekt

*Sivilingeniør Aamund Fjøsne*

*Norges byggforskningsinstitutt*

DK 625.71.S.001

Forfatteren har i sin artikkel begrenset seg til systemer og metodikk ved driftsplanlegging.

Et vesentlig forhold å ta i betraktning ved vegvesenets driftsplanlegging, er de samfunnmessig begrunnede krav om jevn sysselsetting ved vegvesenets arbeidsdrift. Dette fører et ekstra moment inn i puslespillet og kompliserer arbeidet med å sette opp driftsplaner med optimal løsning som målsetting.

*Red.*

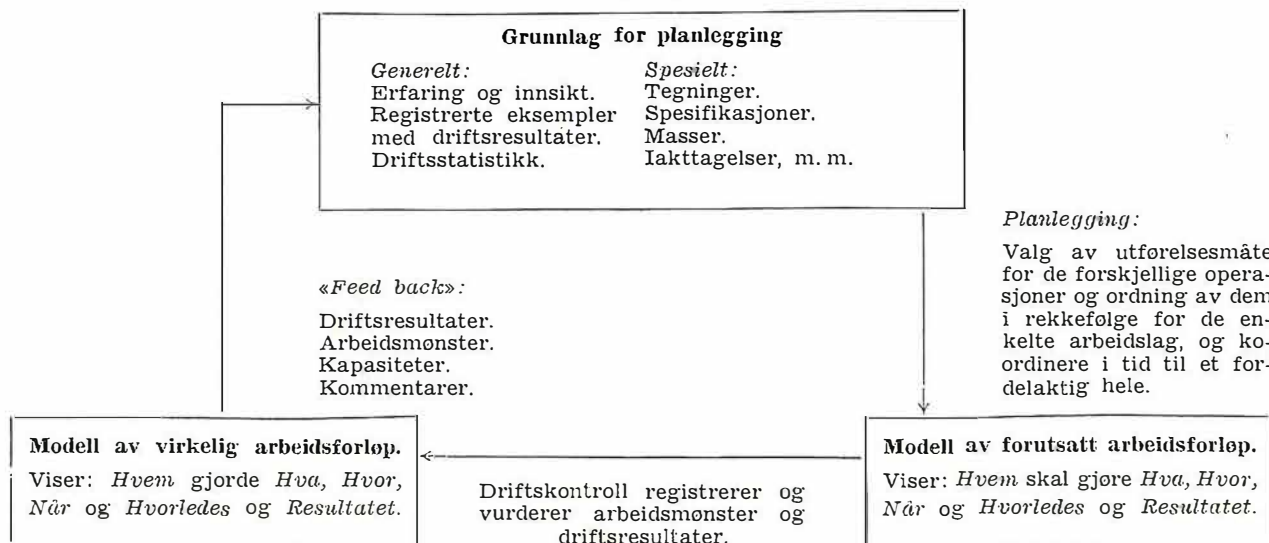
At utbygging av vegnettet ikke kan holde tritt med det økende behov er ikke noe spesielt problem for Norge. Men det vanskelige terreng og den spredte bebyggelse gjør nok situasjonen særlig kritisk hos oss. Vegbyggingen er idag inne i en fase med radikal forandring av arbeidsmetoder og organisasjonsformer. Dette er først og fremst en følge av at mekaniseringen skrider raskt frem og sikkert vil fortsette med stadig bedre og mer effektive maskiner, dessuten endres kravene til vegene raskt, og dermed også den konstruktive utforming, arbeidsmetoder og organisasjonsformer.

En annen tendens i tiden er at vegmyndighetene i stigende grad setter bort vegbyggingen i entreprise. Denne utviklingen her hjemme er trolig bare i sin begynnelse.

I en slik brytningstid er det naturlig å sette inn betydelige ressurser til eksperimentering og forskning for å få klarlagt forholdene så langt som mulig. I den internasjonale litteratur finnes det en mengde rapporter og artikler angående trafikkspørsmål og hensiktsmessig utforming av vegene, men forbausende lite om arbeidsorganisasjon og driftsplanlegging for vegbyggere. De få undersøkelser som vi har kjennskap til på dette området har imidlertid vakt betydelig interesse blant dem som er beskjeftiget med vegbygging.

For en tid siden besluttet derfor Kontoret for Fjellsprengningsteknikk og Norges byggforskningsinstitutt å sette igang en undersøkelse i samarbeide med andre interesserte. Formålet skulle være å finne frem til og å prøve ut hensiktsmessig metodikk for analyse, planlegging og driftskontroll vedrørende arbeidsprosessene ved veganlegg. Dette er etter vår mening de sentrale og grunnleggende problemer innen driftsteknikken. En gunstig løsning av dem legger forholdene til rette både for målbe-

S k j e m a 1.



visst systematisk rasjonalisering og for sikrere kostnadsoverslag.

Før vi tar for oss det aktuelle arbeidsprogrammet for undersøkelsen kan det være nødvendig å se litt på de generelle idéer på dette området.

Prinsippskissen i skjema 1 viser den syklus som tilstrebes i moderne planlegging. Planleggingen består i å tenke igjennom og ordne hele arbeidsgangen på fordelaktig måte. Det er ingen gitt på forsvarelig måte å organisere et komplisert anlegg uten hjelpemidler. Derfor lager man seg en modell av arbeidsprosessene, prøver seg frem, jenker og flikker på arbeidsmønsteret, bytter om rekkefølge, skifter ut operasjoner osv. inntil man mener å ha funnet frem til den optimale løsning. Arbeidsplanlegging er litt av en mosaikkoppgave, og for at fremgangsmåten skal være realistisk, må man kjenne de bitene som inngår, og særlig viktig er det å kunne vurdere den tid de enkelte operasjonene legger beslag på, og den kostnad som knytter seg til dem. Ved siden av å være en støtte for tanken ved ordning og tilrettelegging av prosessene skal modellen også fylle den oppgaven å vise så fullstendig og oversiktlig som mulig hva man er kommet frem til. Videre må vi kreve at det er mulig på entydig vis å sammenligne virkelig drift med det som er planlagt og kvantitativt å vise avvikene.

Selv med det beste grunnlag for planlegging kan man ikke regne med riktige vurderinger i alle tilfeller. Driftskontrollen får derfor en dobbelt oppgave, på den ene side å vurdere driften ved det aktuelle anlegg for å se om den i alle deler er på høyde med de antatte prestasjoner som ligger til grunn for planen, slik at man kan endre driften der planen har sine svakheter. Samtidig kan driftsplan-

leggeren bli gjort oppmerksom på avvikelser så han tar hensyn til disse i fremtiden. Gjennom driftskontrollen vil den opprinnelige planleggingsmodell gå over til å bli et kart over det som er foregått, og den kan da innlemmes i det erfaringsarkiv som nyttes ved senere oppgaver. Kan man få denne spiralen til å virke tilfredsstillende, vil den lede mot stadig sikrere grep på de driftstekniske problemer.

På figur 1, 2 og 3 er vist et utsnitt av en tidplan i tre forskjellige varianter. De brikkene som planene bygges opp av er alltid de samme, nemlig operasjoner for arbeidslag med tilhørende maskinelt utstyr. Den tid de forskjellige arbeider legger beslag på er regnet ut på grunnlag av masser og kapasitetstall, og operasjonene er ordnet i rekkefølge for hvert av arbeidslagene idet man tar hensyn til at de er avhengige av hverandre med hensyn til adkomst m. m. Til slutt på planen kan summeres innsats til enhver tid av arbeidere, maskiner og materialer.

Den første modellen kalles gjerne et stolpediagram der en horisontal tidsskala viser hvordan operasjonene er ordnet i tid. Hvem som utfører oppdraget fremgår ved at laget er spesifisert foran hver stolpe, og videre er stedet angitt i form av pelenummer.

Den andre modelltypen kalles gjerne skråstrekfremstilling. Her er stedet på linjen gitt ved en skala ut til høyre og tiden ved en skala nedover, slik at en operasjon vil tegne seg av som en skråstrek mellom 2 punkter. Den horisontale avstand angir det stykke av linjen som operasjonen knytter seg til, mens den vertikale avstanden angir det tidsintervall den legger beslag på. Hvem som gjør ar-

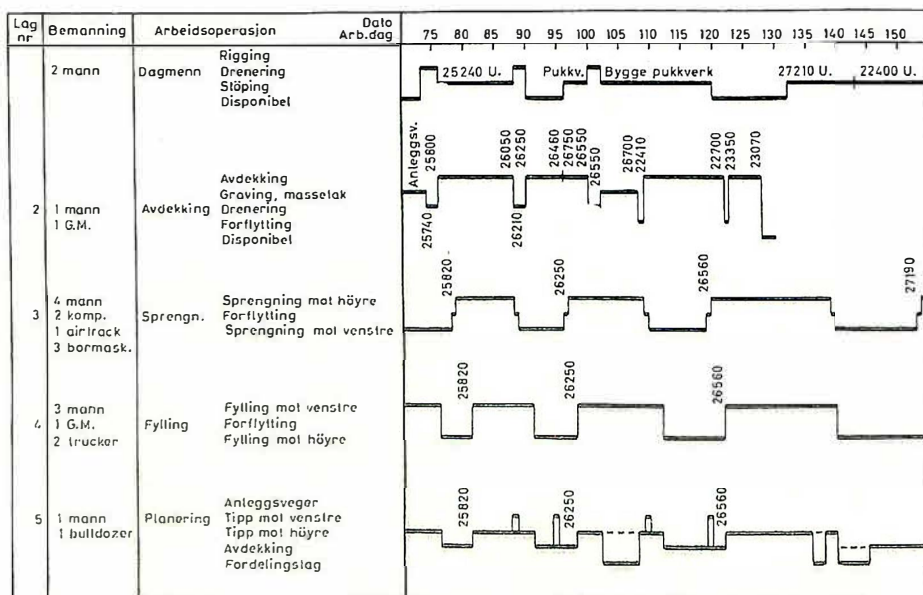


Fig. 1. Stolpediagram.

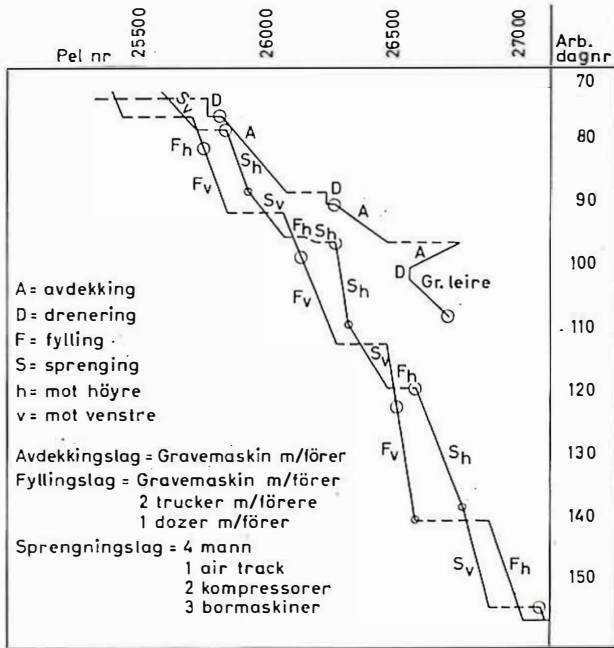


Fig. 2. Skråstrekdiagram.

beidet er vist ved å spesifisere laget til venstre på figuren, og påskrifter skiller mellom forskjellige typer av operasjoner.

Den tredje modelltypen angir operasjonene som en pil mellom ringer der tidspunktene er skrevet inn med tall. En lengdeskala angir stedet ved plasseringen av ringene, men selvfølgelig kan det også markeres ved påskrift, slik at man blir helt uavhengig av målestokk. Slik denne planen er vist er den en beregningsoppskrift for utregning av tidspunkter. Man foretar fortløpende summasjon langs de linjer som pilene angir og skriver sum tid i ringene. Avhengigheten mellom lagene kan angis ved fiktive operasjoner som f. eks. å blokkere utkjøring av masse før den er sprengt. Det kan da føre flere piler inn til en ring, og det tallet som

skal skrives i ringen er det største av dem man kommer frem til. Derved kan enkelte operasjoner få tildelt større tid enn de har bruk for, og dette betyr da at de må vente på adkomst.

Nummeriske planer av lignende type er blitt meget populære i den senere tid. De benyttes mellom annet når man vil simulere arbeidsgangen på computer. Under betegnelser som PERT, C. P. M. og andre er det lansert computerprogrammer for tidregning og angivelse av kritisk veg gjennom diagrammet, dvs. de kjeder av operasjoner inklusive fiktive operasjoner som bestemmer slutt-tiden. Forsinkelse vedrørende slike operasjoner betyr altså tilsvarende forsinket levering.

Det finnes også computerprogrammer for optimal forsering. Her fordres da kostnadsoppgaver over forseringstillegg for de forskjellige operasjoner, og man kan så finne ut hvor forseringen vil gi mest igjen for omkostningene. Det er videre lansert computerprogrammer for driftskontrollen både når det gjelder tid og kostnad, og det utføres ved regnesentralene et omfattende arbeide for å utvide arbeidsområdene og forbedre programmene.

En forutsetning for å kunne dra full nytte av den service som på denne måte tilbys er nok likevel at anleggsledelsen selv setter seg tilstrekkelig inn i problemstillingene. Man kan nemlig få de merkelige resultatene ved å overlate oppgavene til folk som ikke har levd seg inn i arbeidsprosessene.

Den registrering av tidspunkter som er angitt i modellen sammen med bemanning og maskinell rustning, vil gi et skjelett for kontrollen. For å kunne se hvor avvikene skriver seg fra, må man imidlertid ved stikkprøver gå mer i detalj. Automatiske registreringsapparater for maskinutnyttelse og maskintider montert på maskinene kan sammen med direkte arbeidsstudier for håndarbeid benyttes til å fylle ut bildet.

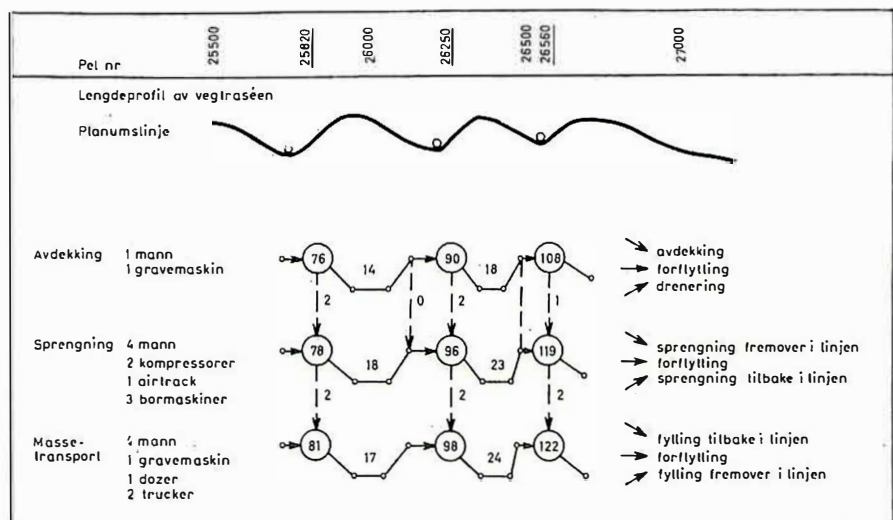


Fig. 3. Ringdiagram.



## Programmet for undersøkelsen.

Utprøving av metodikken tenkes gjennomført ved 4 faser.

### 1. fase

Kartlegging av drift og driftsproblemer ved et par konsentrerte anlegg for å få reelt underlag til videre utforming av programmet. Denne undersøkelsen bør omfatte en intervallstudie som gir oversikt over alt arbeid på anlegget. Oversiktsstudien kompletteres med detaljstudier i den utstrekning det anses nødvendig for å uttrykke tidsforbruk og materialforbruk som funksjoner av massene med noenlunde pålitelighet. Videre bør man gå over entreprenørens arbeidsgrunnlag i form av tegninger og spesifikasjoner, og vurdere dette materialet med hensyn til hvor pålitelig og hensiktsmessig det er for driften.

### 2. fase

På det grunnlag en da har og med støtte av litteratur på området utarbeides et foreløpig system for:

1. Oppdeling av arbeidet i operasjoner.
2. Metodikk for å vise hvordan disse operasjonene føyer seg sammen i tid til prosesser og videre til hele byggearbeidet med angivelse av bemanning og maskinutrustning.
3. Metodikk for å beregne forbruk av arbeidstid, maskintid og de viktigste materialer.
4. Nødvendige detaljplaner som underlag for 2 og 3. Tilriggingsplaner, sprengningsplaner, dreneringsplaner m. m.
5. Driftskontrollrutiner som med de enkleste mulige midler kontrollerer fremdrift, arbeidsmønster, bemanning, maskinutrustning og forbruk av tid og materialer i forhold til planen, og sikrer at disse erfaringsdata blir tatt vare på.

### 3. fase

Prøvekjøring av dette systemet på vegparseller i samarbeid med anleggsledelsen supplert med diverse studier og muligens eksperimenter for å korrigere og forbedre systematikken.

### 4. fase

Utarbeide en anvisning for bruk av det system for analyse av driften, driftsplanlegging og driftskontroll som man har funnet frem til.

Ved behandling av de forskjellige arbeidsenheter som inngår i driften av et vegarbeid, kommer en neppe utenom en rekke informasjonen fra forskjel-

lige områder utenfor den egentlige driftsteknikk. Anvisningen bør derfor i konsentrert form også ta med en rekke emner som eksperter utenfor de to forskningsinstitusjoner må utarbeide. Det kan blant annet bli tale om:

1. Moderne konstruktiv utforming av vegger.
  2. De viktigste maskiner for vegarbeid.
  3. De løse jordarters geoteknikk tilpasset vegbyggingproblemene.
  4. Moderne masseberegningsteknikk og tilpassing av traséen etter terrenget ved bruk av regneautomater.
  5. Utstikking i terrenget av en gitt trasé og kontroll av vegens kvalitet m. m.
- Andre spesialområder som bør berøres, kan antagelig de initiativtakende institusjoner selv lage, så som:
6. Faste bergarters geoteknikk.
  7. Moderne fjellsprengningsteknikk.
  8. Driftsteknisk idégrunnlag og terminologi.
  9. Statistiske begreper.

Ved den videre bearbeidelse vil nok denne listen bli endret, men hva som kan utelates og hva som må tilføyes, vil bli klarere når vi har fått endelig utformet det sentrale innholdet av anvisningen.

Et slikt prosjekt må antas å strekke seg over 3 år og legge beslag på 6—7 årsverk tilsammen for de to initiativtakende institusjoner.

De to første fasene anses nå for avsluttet, idet vi i 1962-63 fikk anledning til å studere driften ved den parsell av Mossevegen som ble utført av A/S Veidekke og dessuten fikk utlånt alle dokumenter vedrørende dette arbeidet fra Østfold fylkes vegvesen.

Dette materialet har sammen med de utførte studier gitt oss anledning til å eksperimentere med forskjellige måter å angripe problemene på. Vi arbeider nå med aktuell planlegging i samarbeid med dem som har ansvaret for driften. Statens Vegvesen er oss behjelpelig med å finne frem til vegparseller av varierende karakter der slike eksperimenter kan utføres.

En omhyggelig registrering av det som så foregår ved disse anleggene vil vise hvor langt den anvendte metodikk er formålstjenlig, og hva som bør revideres.

Dessverre er dette prosjektet ennå ikke kommet så langt at det kan legges frem begrunnede anvisninger for en hensiktsmessig metodikk. Det vil gå minst et par år før så kan skje.

## Personalia

### Ansettelses i Vegdirektoratet:

Godtfred *Hovland*, Gyula *Valo* og Einar *Viken* som avdelingsingeniør I.

Arne *Henriksen*, Erik *Lie*, Carl H. *Seyffarth* og Gunnar *Trevland* som avdelingsingeniør II.

### Ansettelses ved vegadministrasjonen i fylkene:

Østfold: Jan Egil *Larsen* som kontorassistent.

Akershus: Martin Johan *Bergkvam* som avdelingsingeniør II.

Vestfold: Else *Stensvold* som kontorassistent.

Nord-Trøndelag: Arne *Trerudahl* og Helge *Blengsli* som henholdsvis konstruktør I og III.

Nordland: Trygve *Markussen* som konstruktør II. Stein *Brændholen* og Arne *Wilhelmsen* som konstruktør III.

## Våre nordiske kolleger

### Dansk Vejtidskrift nr 5, 1964:

Bituminøse tæppebelægninger.

A. M. *Jensen*: En forbrugers betragtninger vedrørende Tæppeforskningsudvalgets afsluttende rapport.

B. *Walther-Rasmussen*: Tæppeforskningsarbejdets betydning for pulverasfaltindustrien.

### Dansk Vejtidskrift nr 6, 1964:

K. *Kalsmose*: Erfaringer med kalkstabilisering.

E. *Randrup*: Nyt instrument til måling af vejes relative bæreevne.

H. K. *Hansen*: Vestmotorvejen i Sorø amt. Motorvejen syd om Slagelse.

A. O. *Bøhn*: Er vore asfaltnormer forældede?

### Svenska Vägförningens Tidskrift nr 3, 1964:

I. *Edholm* og H. *Norrby*: Metod för beräkning av lastvikten.

E. *Ericson*: Vägunderhållets linjeorganisation.

S. *Hanson*: Lidoanläggningar utefter högtrafikerade vägar.

S. *Nordqvist*, E. *Read* og B. *Wilhelmsen*: Till generetikens grunder.

### Svenska Vägförningens Tidskrift nr 4, 1964:

P. *Ranander*: Vägtjåran i Västeuropa.

S. *Sandels*: Hur utvecklas små barns förmåga att uppfatta trafik?

B. *Kolsrud*: Restidsstudier vid tillfällig hastighetsbegränsning under 1962.

II. *Hansson*: Fotgängare, cyklistar och andra oskyddade trafikanter i dagens trafik.

Vi kan inte heller allt om databehandling. Diskussionsinlägg.

## Nummererte rundskriv 1963

Nr 54 24. oktober 1963 til fylkesmennene og vegsjefene ang. kontraktarbeider.

Nr 55 28. oktober 1963 til fylkesmennene og vegsjefene ang. lønns- og arbeidsvilkår ved Statens vegarbeidsdrift, lønns- og konkurranseansiennitet for fylkes- og eventuelle herredskommunale vegarbeidere som blir overført til Statens vegarbeidsdrift etter 1. januar 1964.

S Nr 56 30. november 1963 til politimestrene og Statens bilsakkyndige ang. endring av § 1 i føresegner til Bilansvarslova.

S Nr 57 5. november 1963 til fylkesmennene og vegsjefene ang. ikraftsetting av den nye veglov og ang. overgangsbestemmelser.

Nr 58 15. november 1963 til politimestrene og Statens bilsakkyndige ang. oppgave over motorkjøretøyer som står avskilt pr 31. desember 1963.

Nr 59 23. november 1963 til vegsjefene ang. lønns- og arbeidsvilkår ved Statens vegarbeidsdrift overenskomstens § 4, punkt 14 I: Diettillegg.

Nr 60 27. november 1963 til vegsjefene og samarbeidsutvalgene ang. samarbeidsutvalg i Statens vegvesen, oppnevning av representanter.

Nr 61 29. november 1963 til vegsjefene ang. disponering av statsmidler.

Nr 62 4. desember 1963 til politimestrene og Statens bilsakkyndige ang. trafikktrygd for lett invalidemotorsykkel.

Nr 63 5. desember 1963 til vegsjefene ang. skader på leiet materiell.

Nr 64 11. desember 1963 til fylkesmenn, vegsjefer, politimestre, skattefogder og Statens bilsakkyndige ang. overføring av arbeidet med registrering av motorkjøretøyer fra politiet til de bilsakkyndige.

Nr 65 13. desember 1963 til de lokale motorvognregistre ang. kommunesammenslåinger, de nye kommunenes navn og kodenummer.

Nr 66 14. desember 1963 til vegsjefene ang. forskuddsbetaling av fraktutgifter ved innsendelse av prøver til Statens veglaboratorium.

## Utgifter til anlegg og vedlikehold av veger

Nedenstående oversikt er hentet fra den interne bokføring i de 6 fylker som i 1963 har anvendt den nye regnskapsordning. Den viser de samlede anleggs- og vegvedlikeholdskostnader med fordeling på riksvegvedlikehold, fylkesvegvedlikehold og riksveganlegg og kostnadene innen de nevnte kategorier spesifisert for hvert fylke. Kostnadene er videre delt opp i entreprenørutgifter, utgifter til oppsyn m. v., lønn, maskinleie og materialer.

Entreprenørenes og oppsynets andel er oppført i prosent av de samlede utgifter. De øvrige kostnader er anført i prosent av arbeid i egen regi.

Av de samlede kostnader for arbeider i egen regi utgjør maskinleien alene nesten halvparten, mens kontiene lønn og materialer hver utgjør vel

fjerdeparten. I tillegg til de 47,2 % som er medgått til maskinleie kommer kostnader vedkommende anleggenes og vegvedlikeholdets egne maskiner. Disse kostnader er ikke utskilt, men går inn under lønn og materialer.

Maskinleien omfatter både leie av vegsentralens maskiner og leie av privateide maskiner. Ved gjennomgåelse av vegsentralenes regnskaper har en funnet at leie av vegsentralenes maskiner utgjør 37,7 % av de samlede utgifter til maskinleie. Resten, 62,3 % eller 45,8 mill. kroner, er leie av privateide maskiner.

Som regnskapsenheter er oppført antallet av de anlegg og vedlikeholdsområder som inngår i oppgaven.

Bn.



**Oversikt fra 6 fylker over utgifter i 1963 til anlegg og vegvedlikehold.**  
**Utgiftene fordelt på kostnadsarter samt vegsentralens andel av maskinutgiftene.**

## Riksvegvedlikehold

	Utg. internt regnskap	Herav				Utg. ekskl. entreprenører + oppsyn	Herav						Vegsentralens andel		Antall regnskapsenheter
		Entreprenører	%	Oppsyn m. v.	%		Lønn	%	Maskinleie m. v.	%	Materialer m. v.	%	Maskinleie	%	
Akershus	12 902 062	1 096 765	8,5	373 377	2,9	11 431 920	2 612 217	22,9	5 615 832	49,1	3 203 871	28,0	2 973 275	52,9	10
Hedmark	15 774 978	605 009	3,8	843 848	5,3	14 326 121	2 870 558	20,0	6 703 045	46,8	4 752 518	33,2	1 906 384	28,4	19
Oppland	13 076 151	164 062	1,3	580 743	4,4	12 331 346	3 487 709	28,3	7 186 472	58,3	1 657 165	13,4	4 395 428	61,2	14
Vestfold	6 691 372	865 872	12,9	180 707	2,7	5 644 793	1 286 972	22,8	3 187 251	56,5	1 170 570	20,7	1 368 682	42,9	8
Møre og Romsdal	11 618 884	204 032	1,8	492 191	4,2	10 922 661	1 964 255	18,0	5 542 541	50,7	3 415 865	31,3	2 760 611	49,8	16
Sør-Trøndelag	8 965 111	370 227	4,1	369 795	4,1	8 225 089	2 053 397	25,0	4 137 380	50,3	2 034 312	24,7	2 438 073	58,9	11
Sum	69 028 558	3 305 967	4,8	2 840 661	4,1	62 881 930	14 275 108	22,7	32 372 521	51,5	16 234 301	25,8	15 842 453	48,9	78

## Fylkesvegvedlikehold

Akershus	5 838 703	1 034 436	17,7	169 739	2,9	4 634 528	987 124	21,2	2 171 338	46,9	1 476 066	31,9	812 017	37,4	11
Hedmark	2 853 052	0	—	143 831	5,0	2 709 221	640 015	23,6	1 182 949	43,7	886 257	32,7	269 546	22,8	10
Oppland	1 741 194	0	—	91 943	5,3	1 649 251	514 366	31,2	724 228	43,9	410 657	24,9	294 553	40,7	8
Vestfold	3 673 934	487 293	13,3	123 032	3,3	3 063 609	644 420	21,0	1 621 114	52,9	798 075	26,1	687 457	42,4	5
Møre og Romsdal	3 022 129	27 194	0,9	142 281	4,7	2 852 654	706 937	24,8	1 319 297	46,2	826 420	29,0	380 104	28,8	13
Sør-Trøndelag <sup>1</sup>	9 569 943	879 504	9,2	467 544	4,9	8 222 895	2 707 637	32,9	3 855 121	46,9	1 660 137	20,2	1 444 650	37,5	14
Sum	26 698 955	2 428 427	9,1	1 138 370	4,3	23 132 158	6 200 499	26,8	10 874 047	47,0	6 057 612	26,2	3 888 327	35,8	61

## Riksveganlegg

Akershus	24 214 046	15 191 543	62,7	613 885	2,5	8 408 618	2 189 394	26,1	4 148 191	49,3	2 071 033	24,6	1 578 330	38,0	26
Hedmark	13 744 450	3 820 545	27,8	755 848	5,5	9 168 057	2 662 444	29,0	4 258 454	46,5	2 247 159	24,5	483 109	11,3	37
Oppland	15 384 261	2 810 195	18,3	584 086	3,8	11 989 980	3 422 285	28,6	5 362 373	44,7	3 205 321	26,7	1 422 908	26,5	37
Vestfold	8 869 872	1 121 826	12,6	273 446	3,1	7 474 600	1 528 222	20,4	4 620 105	61,8	1 326 273	17,8	1 416 248	30,7	14
Møre og Romsdal	23 539 712	3 957 500	16,8	1 047 086	4,4	18 535 126	5 638 850	30,4	6 928 194	37,4	5 968 083	32,2	1 722 007	24,9	75
Sør-Trøndelag	16 894 420	2 213 854	13,1	780 557	4,6	13 900 009	5 110 968	36,8	4 633 109	33,3	4 155 931	29,9	1 289 842	27,8	37
Sum	102 646 761	29 115 463	28,4	4 054 908	4,0	69 476 390	20 552 163	29,6	29 950 426	43,1	18 973 800	27,3	7 912 444	26,4	226

## Fylkesveganlegg

Vestfold	609 202	584	—	17 151	2,8	592 051	99 645	16,8	432 258	73,1	59 563	10,1	73 922	17,1	11
----------	---------	-----	---	--------	-----	---------	--------	------	---------	------	--------	------	--------	------	----

## Samlet

Akershus	42 954 811	17 322 744	40,3	1 157 001	2,7	24 475 066	5 788 735	23,7	11 935 361	48,8	6 750 971	27,5	4 363 654	36,6	47
Hedmark	32 372 480	4 425 554	13,7	1 743 527	5,4	26 203 399	6 173 017	23,6	12 144 448	46,3	7 885 934	30,1	2 659 039	21,9	66
Oppland	30 201 606	2 974 257	9,9	1 256 772	4,2	25 970 577	7 424 360	28,6	13 273 073	51,1	5 273 143	20,3	7 159 956	53,9	59
Vestfold	19 844 380	2 475 575	12,5	594 336	3,0	16 774 469	3 559 259	21,1	9 860 728	58,9	3 354 485	20,0	3 546 308	36,0	38
Møre og Romsdal	38 180 641	4 188 726	11,0	1 681 558	4,4	32 310 357	8 310 041	25,7	13 790 032	42,7	10 210 285	31,6	4 862 722	35,3	104
Sør-Trøndelag <sup>1</sup>	35 429 474	3 463 586	9,8	1 617 896	4,6	30 347 992	9 872 004	32,5	12 625 610	41,6	7 850 377	25,9	5 172 565	40,9	62
Sum	198 983 392	34 850 442	17,5	8 051 090	4,0	156 081 860	41 127 416	26,3	73 629 252	47,2	41 325 195	26,5	27 764 244	37,7	376

<sup>1</sup> Inkl. bygdevegvedlikehold.