

# Litt om den naturlige ventilasjon i tunneler langs daler og fjorder

*Avdelingssjef Jon Knudsen*

Meteorologisk Institutt

(Forts. fra forrige nummer.)

UDK 622.42:624.192:625.7/8

## Naturlig ventilasjon av tunneler langs fjorder

Som en har sett i det forrige avsnitt, er det mulig å finne tunneler med til sine tider ganske frisk trekk, men drivkraften kan være så svak at trafikken selv fører til ødeleggelse av denne utluftningsmulighet. Overveielser av ventilasjonsproblemene hører med til enhver planlegging av veitunneler, og ved Tyssedalstunnelen og Folgefonnstunnelen (ABC og DEF på fig. 2) førte disse til at en undersøkelse med meteorologiske målinger ble etablert i tiden umiddelbart før tunnelen ble åpnet for trafikk. Målingene kunne ikke legges på en annen tid, da tunnelen måtte være så vidt ferdig at trekken ville kunne sies å ha blitt den samme som i den helt ferdige tunnel, og målingene måtte ikke forstyrres av trafikk. Dette har derfor ført til en begrensning i undersøkelsen, fordi utvalget av meteorologiske situasjoner nødvendigvis måtte bli lite. Imidlertid er observasjonsmaterialet blitt bearbejdet, og selv om undersøkelsen ikke innfridde de forhåpninger som ble stilt til den, er det kommet enkelte interessante resultater ut av den. Disse kan muligens tolkes derhen at trekken i tunneler langs fjorder synes å reagere anderledes på en gitt meteorologisk situasjon enn trekken i tunneler langs dalsider, som igjen reagerer anderledes enn trekken i tunneler gjennom fjellrygger, men dette utsagn er ikke godt underbygget ved det foreliggende materiale.

Sørfjorden er den innerste del av Hardangerfjorden. Den har et godt klima for fruktdyrking, hvilket formodentlig har en viss sammenheng med de topografiske forhold. De forholdsvis bratte liene langs den fire mil lange, trange nord-syd-orienterte fjorden må også antas å føre til en slags kanalstrømning av vinden, med ganske stor vinkel mellom vinden over vidda og vinden nede langs

fjorden. Hvilken betydning dette måtte ha for luftingen av de to tunnelene er ett av de spørsmål som det var av interesse å få undersøkt. En kunne også stille spørsmålet slik: Hvilke lufttrykksgradienter har betydning for luftingen av tunnelen i Sørfjorden, og i hvilke vær-situasjoner forekommer disse, og hvor hyppig forekommer disse vær-situasjoner.

Vegkontoret i Odda var behjelpelig med å få en slik undersøkelse gjennomført ved å stille en obser-

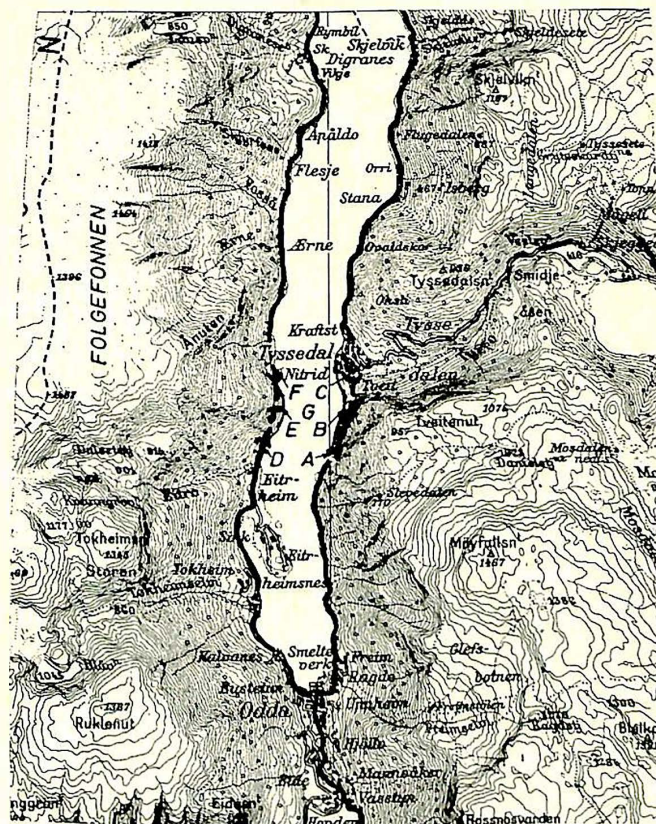


Fig. 2. Situasjonsskart over den sørlige delen av Sørfjorden med Tyssedalstunnelen (A, B, C) og Folgefonnstunnelen (D, E, F).



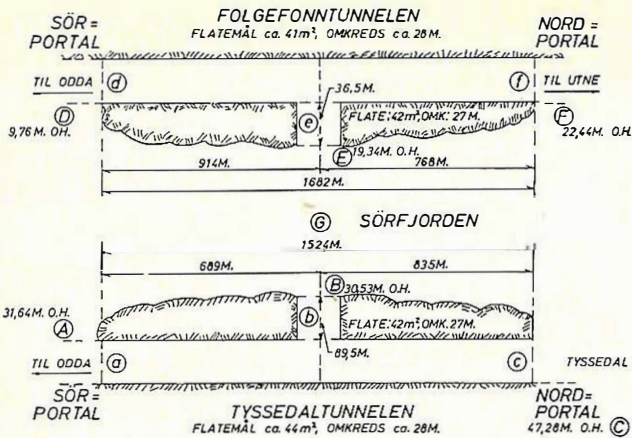


Fig. 3. Skjematiske fremstillinger av Tyssedalstunnelen og Folgefonnstunnelen med spesifikasjoner og posisjoner for målepunktene (a — f og A — F).

vatør og ved å sette opp observasjonshytter utenfor portalene og tverrslagene både ved Folgefonn- og Tyssedalstunnelen. Instrumenter ble utlånt fra Meteorologisk Institutt, og det ble forsøkt målt vindretning, vindhastighet, lufttrykk og lufttemperatur på disse seks stedene. Fig. 3 viser en skjematiske fremstilling av de to tunnelene med de viktigste mål.

Observasjonshyttene stod i posisjonene h.h.v. A, B, C og D, E, F. Et stykke inne i tunnelene ble retningen og hastigheten av trekken og lufttemperaturen målt i posisjonene a, b, c og d, e, f. Dessuten ble vindretningen og vindstyrken i Beaufort vurdert ute på fjorden mellom tunnelene (pos. G i fig. 3). Observasjonene ble tatt av en observatør tre ganger om dagen til vanlige meteorologiske observasjonstider, kl. 06, 12 og 18 GMT. Observasjonsserien ble påbegynt i august 1962 og avsluttet ut i oktober samme år. Den siste tiden ble det ikke tatt kveldsobservasjoner på grunn av mørke.

### Ventilasjonsmålinger i Tyssedals- og Folgefonnstunnelen

En undersøkelse av et meteorologisk betinget fenomen begrenset over tre sensommer- og høstmåner må nødvendigvis gi et skjevt bilde av saksammenhengen. De konklusjoner en kommer til, kan ikke gi resultater som er representative for alle årstidene. Derfor må også de data som undersøkelsen av Tyssedals- og Folgefonnstunnelens ventilasjon har gitt, sees i lys av den kjensgjerning at observasjonsrekken bare er knappe tre måneder lang. Et forsøk på å få tatt tilleggsmålinger har ikke lyktes.

Lenger nord i fjorden ligger værstasjonen Ullensvang, omtrent 25 km nord for Tyssedalstunnelen. Derfra har en observasjoner i en lang årrekke. I tab. 2 har vi stillet sammen en del tall fra disse observasjonsrekkene for Ullensvang 1941—50 til-

svarende de tre månedene observasjonene ved Tyssedal foregikk. Det samme er gjort for 1962. Tab. 2 viser at det i årene 1941 til 1950 var vindstille i 22,48 % av tilfellene i Ullensvang, mens det var 68,09 % med vindstyrke B = 1, 2 og 3, altså svak vind, flau vind og lett bris. I 9,43 % av tilfellene var vinden laber bris eller sterkere (frisk bris, liten kuling, etc.). I tabellens annen rekke har vi så de tilsvarende tall for Ullensvang i 1962, og de viser tydelig at et større antall tilfeller falt på vindstille enn normalt. I tabellens tredje rekke ser vi så de tall som er fremkommet på grunnlag av de observasjoner som er tatt i pkt. «G» ute på Sørkjorden mellom begge tunnelene. Det ser ut til at gruppen «B = 0» er noe svakt representert, men det ville trolig ha rettet seg dersom det hadde vært tatt kveldsobservasjoner i oktober, som nevnt mangler disse. En viss daglig gang i variasjonen på vinden må nemlig kunne forutsettes.

Alt i alt synes tab. 2 å tyde på at observasjonsperioden falt på et tidspunkt da det var roligere værforhold enn normalt, samtidig som det ser ut til at vindforholdene ute ved Ullensvang er noe friskere enn inne ved Tyssedal. I den tid målingene foregikk, var det ikke tydelige tegn til noe peridisk vindsystem.

### Temperaturforholdene ved forsøkene i Sørkjorden

Det er visse høydeforskjeller mellom de to tunnelenes portaler, men de er relativt små med stigninger på 7—10 ‰. En høydeforskjell på 10 m svarer til en midlere temperaturforskjell i luften på 0,06° C og en adiabatisk temperaturforskjell på 0,1° C. Den adiabatisk temperaturforandring ved gjennomstrømming av tunnelene kan vi derfor se bort fra. Da tunnelene er sikringstunneler mot ras, og således ligger grunt, vil geotemperaturen ikke avvike meget fra årsmidlet i lufttemperaturen, og således heller ikke kunne tjene som drivkraft for noen form for kamineffekt i tunnelene. Forøvrig var prøveperioden relativt kjølig, og det var til dels så sterk nedbør at observasjonsfeltet var utsatt for ras og flom, som bl. a. feiet en av observasjonshyttene på sjøen.

Observasjonsresultatene er, hva angår temperaturen, stilt sammen i tab. 3 a og b, hvor tab. 3 a gir resultatene fra Folgefonnstunnelen, mens 3 b gir

Tab. 2. Hyppighetsfordeling av vindstyrker i Beaufort (Bf) observert ved værstasjonen Ullensvang og på Sørkjorden utenfor Tyssedal i månedene august, september og oktober.

	VIND- STILLE Bf = 0	Bf = 1, 2, 3	Bf ≥ 4
ULLENSVANG 1941-50	22,48 %	68,09 %	9,43 %
— " — 1962	31,53 %	62,69 %	5,78 %
TYSSEDAL 1962	25,00 %	74,00 %	1,00 %



Tab. 3 a, b. Sammenheng av temperaturmålingene utenfor og inne i Tyssedalstunnelen og Folgefonnstunnelen (smilgn. fig. 3).

FOLGEFONNTUNNELEN

OBS.TID VED D	SØRPORTAL						TVERRSLAG						NORDPORTAL						OBS.TID VED F
	dd	d		e		E		f		F		F		F					
		0	18	36	0	09	27	1	0	18	36	0	18	36	9,48				
7,99	N	61	18	23	20	27	12	22	61	28	19	14	61	4,00					
	%	100	29	38	33	44	20	36	100	46	31	23	100						
	T*	9,39	8,24	8,79	8,93	8,97	9,57	8,89	9,26	9,25	9,18	9,91	9,48						
13,36	N	62	6	10	46	16	33	13	62	25	10	27	62	13,57					
	%	100	10	16	74	26	53	21	100	41	16	43	100						
	T*	11,82	9,57	10,42	9,22	10,48	10,80	9,65	11,62	11,04	9,90	12,00	11,83						
19,25	N	61	14	13	34	27	15	19	61	30	7	24	61	19,46					
	%	100	23	21	56	44	25	31	100	49	12	39	100						
	T*	10,67	8,95	9,68	8,90	9,66	9,87	9,65	10,52	10,26	9,17	11,32	10,71						

TYSSEDALTUNNELEN

OBS.TID VED A	SØRPORTAL						TVERRSLAG						NORDPORTAL						OBS.TID VED C
	dd	a		b		B		c		C		C		C					
		0	18	36	0	09	27	1	0	18	36	0	18	36	8,67				
6,43	N	61	21	13	27	29	18	14	61	17	18	26	61	7,05					
	%	100	34	21	44	48	30	23	100	28	30	42	100						
	T*	9,08	8,56	8,82	8,81	8,80	8,96	9,31	9,31	9,21	8,40	9,20	8,67						
12,42	N	62	18	15	29	14	32	16	62	14	18	30	62	13,02					
	%	100	29	24	27	22	52	26	100	22	29	48	100						
	T*	11,50	9,89	12,03	9,48	10,11	9,59	10,59	11,41	10,50	9,06	11,44	11,09						
18,33	N	61	21	11	29	13	41	7	61	12	10	39	61	18,54					
	%	100	34	18	48	21	67	12	100	20	16	64	100						
	T*	10,78	9,40	10,82	9,36	9,55	9,53	9,57	10,80	10,75	8,89	10,30	10,06						

dem fra Tyssedalstunnelen. Beliggenheten av tabellens posisjoner A, a, B, b, osv. er vist i fig. 3. Rekken dd gir trekkretningen i tunnelene eller tverrslagene, idet retningen er angitt med meteorologiske betegnelser, hvor 36 betyr trekk fra nord («nordavind»), 09 fra aust, 18 fra sør og 27 fra vest. 0-tegnet betyr stille. I neste rekke finner vi N, som betyr antall tilfeller som det er dannet middel av, mens den neste rekke gir %, dvs. hvor mange prosent dette er av det samlede antall observasjoner. Så kommer resultatet, den midlere lufttemperatur ved stille, ved sørlig, henholdsvis nordlig trekk i målepunktene ved portalene, eller ved austlig, henholdsvis vestlig trekk i tverrslagene. Nå er målingene dessverre ikke tatt helt samtidig, og tabellene gir det midlere tidspunkt for observatørens passasjer av posisjonene A, C, D og F. På grunn av den daglige gang i lufttemperaturen medfører dette en uunngåelig fortegnelse av resultatene, noe som bare kunne vært rettet på enten ved å sette inn flere observatører eller ved å montere et kostbart registrerutstyr med etterfølgende økede bearbeidelsesomkostninger.

Tab. 4. Differensen  $\Delta T$  i lufttemperatur mellom trekk inn i og ut av tunnelene, og differensen  $\Delta T_0$  i lufttemperatur utenfor og inne i tunnelen når det ingen trekk er.

	MORGEN		MIDDAG		KVELD	
Pos.	$\Delta T$	$\Delta T_0$	$\Delta T$	$\Delta T_0$	$\Delta T$	$\Delta T_0$
a	0,01	0,52	2,55	1,61	1,46	1,38
b	0,35	0,51	1,00	1,30	0,04	1,25
c	0,80	0,54	2,38	0,59	1,41	0,69
d	+0,14	1,15	1,20	2,25	0,78	1,72
e	0,68	0,29	1,15	1,14	0,22	0,86
f	0,73	0,23	2,10	0,79	2,15	0,46

Vi skal ikke forsøke å vurdere disse temperaturernes betydning for ventilasjonen, idet det, som tidligere nevnt, vil komme svært små effekter ut av det. For ordens skyld vil vi imidlertid gi en oversikt over temperaturforskjell  $\Delta T$  mellom luft som trekkes inn i de forskjellige portaler og luft som trekkes ut, og lufttemperaturforskjellen  $\Delta T_0$  mellom observasjonshyttene og nærmeste posisjoner inne i tunnelen (f. eks.  $T_A \div T_a$  osv.) når trekken er lik null. Dette er gjort i tabell 4.

Denne tabellen viser f. eks. at det i pos. b, som ligger i Tyssedalstunnelens tverrslag, om morgenen gjennomsnittlig er  $0,35^\circ$  høyere temperatur i den luften som strømmer inn i tverrslaget enn i den som strømmer ut. Derimot er det til samme tid  $0,51^\circ$  høyere temperatur ved observasjonshytten (B) enn i posisjon b når det ingen trekk er i tverrslaget. Slike opplysninger kan ha en viss betydning ved beregning av energiomsetningen som er forbundet med den naturlige ventilasjon. Men signifikansen av våre middelverdier må formodes å være for utilstrekkelig til at materialet kan brukes til slike beregninger. Dette er først blitt klart ved bearbeidelsen av observasjonsmaterialet.

Sammenfatning av vind- og trekkobservasjonene

Foruten temperaturobservasjoner ble det tatt vind- eller trekkobservasjoner i de samme posisjo-

Tab. 5 a, b, c. Sammenheng av trekkmålingene i tunnelene og vindmålingene på Sørfjorden (smilgn. fig. 3).

FOLGEFONNTUNNELEN

STASJON		SØRPORTAL						TVERRSLAG						NORDPORTAL					
OBS.TID	dd	d		e		E		f		F		F		F					
		0	18	36	0	09	27	1	0	18	36	0	18	36					
MORGEN	N	59			61			61			61								
	%	100	34	32	34	100	36	23	41	100	44	26	30						
	f m/s		0	0,58	0,78		0	0,46	0,38		0	0,46	0,64						
MIDDAG	N	61			61			61			61								
	%	100	16	5	79	100	30	48	23	100	28	23	49						
	f m/s		0	0,50	0,83		0	0,67	0,64		0	0,48	0,83						
KVELD	N	60			60			60			60								
	%	100	18	25	57	100	40	25	35	100	48	15	37						
	f m/s		0	0,58	0,78		0	0,45	0,57		0	0,63	0,82						

SØRFJORDEN

dd	MORGEN			MIDDAG			KVELD					
	0	18	36	0	18	36	0	18	36			
N	119			123			87					
%	100	36	45	19	100	24	37	40	100	23	46	31
Bf		0	1,17	1,09		0	1,69	1,33		0	1,40	1,04

TYSSEDALTUNNELEN

STASJON		SØRPORTAL						TVERRSLAG						NORDPORTAL					
OBS.TID	dd	a		b		B		c		C		C		C					
		0	18	36	0	09	27	1	0	18	36	0	18	36					
MORGEN	N	61			61			61			61								
	%	100	34	21	44	100	48	31	21	100	30	26	44						
	f m/s		0	0,40	0,73		0	0,42	0,49		0	0,89	0,51						
MIDDAG	N	62			62			61			61								
	%	100	29	23	48	100	19	55	26	100	25	26	49						
	f m/s		0	0,36	0,73		0	0,45	0,62		0	0,53	0,70						
KVELD	N	60			60			59			59								
	%	100	35	20	45	100	25	63	12	100	14	19	68						
	f m/s		0	0,23	0,69		0	0,53	0,50		0	0,67	0,81						



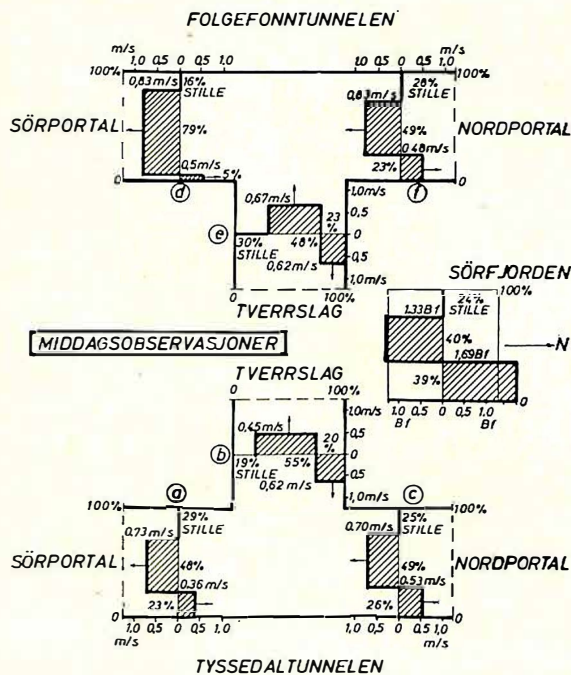
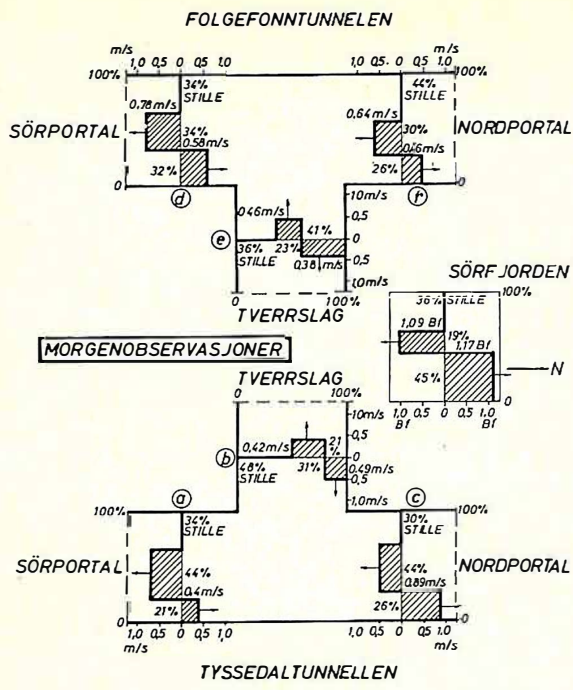
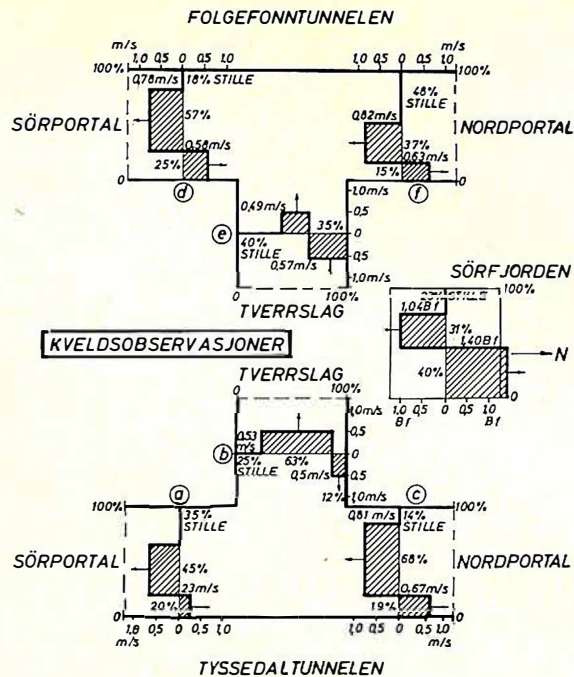


Fig. 4, 5 og 6. Hyppighetsfordelingen av trekken i Tyssedalstunnelen og Folgefonnstunnelen, samt av vinden på Sørfjorden ved morgen-, middags- og kveldsobservasjonene.

ner som er nevnt tidligere. Også disse middelverdier viste seg å lide av samme svakhet som temperaturverdiene, men da det ikke har vært mulig å skaffe til veie tilleggsdata ved høyere vindstyrker, har en måttet gå til bearbeidelse av materialet slik det var. Tabellene 5 a, b og c gir en sammenfatning av disse data. Tabell 5 a gir resultatene fra Folgefonnstunnelen, 5 b gir observasjoner fra Sørfjorden mellom begge tunnelene og 5 c gir oss verdiene fra Tyssedalstunnelen. Systemet er det samme som i tab. 3 a og b. Observasjonene fra Sørfjorden



er vurderinger tatt fra land etter Beaufortskaalen (Bf). Ellers er trekken målt og angitt i m/s ( $f$  m/s). For å lette oversikten, er tallene i tabellen gjengitt skjematisk i figurene 4—6, idet den midlere trekkhastighet er lagt med koordinat langs tunnelaksen eller tverrslags-aksen, og hyppigheten i % er lagt loddrett på aksene. Figuren er retningsorientert med nord til høyre og vest mot overkanten av arket.

Som en erindrer, er målingene i de forskjellige posisjonene tatt etter hverandre av samme observatør, slik at en observasjonsrunde tok nærmere to timer. Dette fremgår av de midlere tidsangivelser i tab. 3 a og b. Derfor er det ikke å undres over at observasjonene ikke er helt sammenlignbare. Dette er desto mer forståelig når en erindrer at vær-situasjonene i observasjonsperioden for det meste ga svake vindfelter over Sørfjorden (se tab. 2), og disse kan ha ført til at det svake trykkfall som har vært mellom portalene, kan ha variert innenfor den tid målingene stod på ved hver termin. Resultatet er i hvert fall at kontinuitetsbetingelsen ikke holder stikk pr termin og tunnel. Den totale innstrømning balanseres ikke av den totale utstrømning. Men dette forhindrer ikke at resultatene gir visse opplysninger om strømningsforholdene som kan være verdifulle.

Midt på fig. 4 finner en dataene for Sørfjorden. De viser at en tredjedel til en fjerdedel av observasjonene ga vindstille på fjorden. Ellers var det lite av et periodisk vindsystem å spore, at det har vært litt friskere vind om middagen synes å bero på en tilfeldighet. De gjennomsnittlige vindstyrkene er svake.



Tilsvarende blir derfor trekken i de to tunnelene. Da vi ikke har noen kamineffekt av betydning, og således ikke kan få noen hjelp av termodynamikken til å bringe oss over tilfellene med vindstille, er vi helt henvist til det bidrag lufttrykksgradienten kan gi oss for å få ventilasjon. Vi minner om at en trekk 0,50 m/sek svarer til 21—22 m<sup>3</sup>/sek ventilasjon ved disse tunnelene (se fig. 3).

Vi skal ikke her vurdere hvilken trafikk trekkdataene ekvivalerer, da dette til en viss grad er avhengig av hvordan både trafikken og den aktuelle ventilasjon fordeler seg i forhold til hverandre. For å komme videre med undersøkelsen, skal vi derfor se litt nærmere på lufttrykksobservasjonene, og se om vi kan finne noen sammenheng mellom disse og den iaktttatte trekk og vind.

### Trekkenes avhengighet av vinden

I den frie atmosfære kan en formode at det er en relativt enkel forbindelse mellom vind og lufttrykksgradient. Men når en befinner seg nede ved en forholdsvis trang fjord, må en regne med at sammenhengen er mer komplisert. De topografiske forhold i bunnen av Sørfjorden er av en slik art at en ikke kan vente noen god korrelasjon mellom vindforholdene ved fjorden og de meteorologiske forhold i den frie atmosfære, altså heller ikke med lufttrykket eller dets gradient. Særlig vanskelig blir det i perioder med rolig vær, slik det var i forsøksperioden. Skjønnsmessige vindiakttagelser er bra så lenge iakttageren selv befinner seg i det vindfelt han skal bedømme. Men ved svake vinder er også virkningen på omgivelsene svake, og mulighetene for feilvurdering er større, særlig når vurderingen skal gjøres på avstand, slik det var nødvendig ved det foreliggende prosjekt. For å få et begrep om verdien av vindobservasjonene i pkt. G, ble disse observasjoner sammenlignet med vindobservasjonene ved samme terminer fra Ullensvang

Tab. 6. Statistiske data for ventilasjonsundersøkelsen. Trekkens avhengighet av vinden.

OBJEKT		N	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	r	REGRESSJONSLINJING
1	X N-KOMP AV VIND I ULLENSVANG Y TREKK I MÅLEPUNKT a UTENFOR TYSSEDAL	327	2,916	1,209	0,127	X = +0,306Y + 0,667 Y = +0,033X + 0,252
2	X N-KOMP AV VIND I ULLENSVANG Y TREKK I MÅLEPUNKT a	182	2,987	1,185	0,008	X = 0,020Y + 0,440 Y = 0,003X + 0,502
3	X E-KOMP AV VIND I ULLENSVANG Y TREKK I MÅLEPUNKT a	183	3,084	1,169	0,084	X = 0,169Y + 0,268 Y = 0,044X + 0,456
4	X N-KOMP AV VIND I ULLENSVANG Y TREKK I MÅLEPUNKT b	182	2,964	1,045	0,035	X = 0,089Y + 0,635 Y = 0,031X + 0,277
5	X E-KOMP AV VIND I ULLENSVANG Y TREKK I MÅLEPUNKT b	182	3,099	1,045	0,037	X = 0,110Y + 0,208 Y = 0,012X + 0,260
6	X N-KOMP AV VIND I ULLENSVANG Y TREKK I MÅLEPUNKT c	181	2,931	1,400	0,123	X = 0,238Y + 0,761 Y = 0,058X + 0,410
7	X E-KOMP AV VIND I ULLENSVANG Y TREKK I MÅLEPUNKT c	180	3,111	1,403	0,182	X = +0,359Y + 0,039 Y = +0,073X + 0,437
8	X N-KOMP AV VIND I ULLENSVANG Y TREKK I MÅLEPUNKT d	182	2,987	1,382	0,030	X = +0,064Y + 0,586 Y = +0,014X + 0,634
9	X E-KOMP AV VIND I ULLENSVANG Y TREKK I MÅLEPUNKT d	182	3,099	1,387	0,127	X = +0,284Y + 0,032 Y = +0,057X + 0,625
10	X N-KOMP AV VIND I ULLENSVANG Y TREKK I MÅLEPUNKT e	184	2,964	1,197	0,119	X = +0,295Y + 0,587 Y = +0,048X + 0,025
11	X E-KOMP AV VIND I ULLENSVANG Y TREKK I MÅLEPUNKT e	184	3,090	1,197	0,184	X = +0,457Y + 0,169 Y = +0,071X + 0,040
12	X N-KOMP AV VIND I ULLENSVANG Y TREKK I MÅLEPUNKT f	184	2,964	1,268	0,040	X = 0,094Y + 0,636 Y = 0,017X + 0,358
13	X E-KOMP AV VIND I ULLENSVANG Y TREKK I MÅLEPUNKT f	184	3,090	1,268	0,003	X = 0,007Y + 0,197 Y = 0,001X + 0,348

### ULLENSVANG

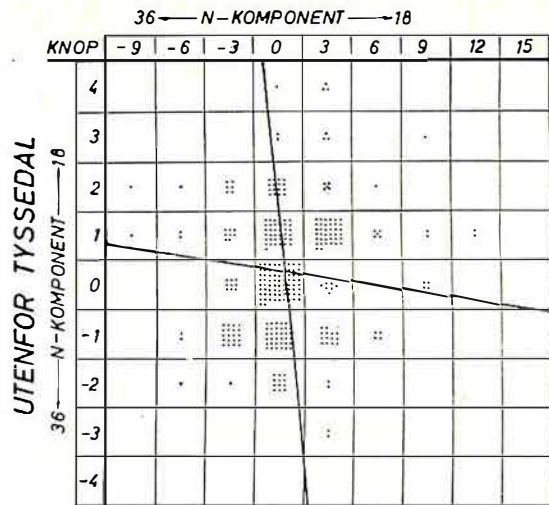


Fig. 7. Vindforholdene på Sørfjorden i relasjon til vindforholdene på værstasjonen Ullensvang i prøveperioden.

værstasjon som ligger lenger nord i fjorden, og i et noe mer åpent terreng. For å forenkle saken ble bare projeksjonene av vindvektorene på nord-sør-aksen sammenlignet, ettersom fjorden praktisk talt går nord-sør.

I pos. 1 i tab. 6 ser en resultatet av denne undersøkelse, og dette er jo ikke særlig oppløftende. Med en korrelasjonskoeffisient på 0,127 har det ofte vært forskjell på vinden de to stedene, ja, det synes som om det tildels har vært vind med nordkomponent på det ene sted samtidig som det har vært sørkomponent det annet sted, og omvendt. Spredningen av tilfellene kommer best frem ved gjengivelsen av telleskjemaet i fig. 7. Her er også inntegnet regresjonslinjene. For sikkerhets skyld sammenligner vi raskt vindretningene i Ullensvang med vindforholdene i samme tidsrom på fjellstasjonen Svandalsflona. Resultatet av opptellingen gis i tabell 7.

Vi har ikke tatt med noen oversikt over vindhastigheten her oppe, men heller ikke på dette sted var det observert hastigheter av betydning. Tabell 7 viser at vinden særlig kom i to sektorer, nemlig sektorene 14—16 og 26—31, mens alle andre retninger var dårlig representert. De fremherskende vinder på Svandalsflona i prøveperioden står nokså mye på tvers av retningen av Sørfjorden. Derfor

Tab. 7. Samtidige vindretninger på Svandalsflona og Ullensvang i tiden 1. aug. — 17. okt. 1962.

		ULLENSVANG												SUM	
		N	E			S			W						
RETN.		0	36	03	06	09	12	15	18	21	24	27	30	33	
29—31	11	—	2	4	3	1	3	3	8	—	4	2	3	44	
26—28	20	1	2	3	—	1	2	2	6	4	1	7	9	58	
14—16	8	1	—	4	9	5	4	9	12	4	2	1	—	59	
ANDRE r.	4	—	2	1	2	—	—	—	3	1	2	—	1	16	
STILLE (0)	22	3	1	4	4	1	2	3	6	5	—	—	4	53	
SUM	65	5	7	16	18	8	11	17	35	12	9	10	17	230	



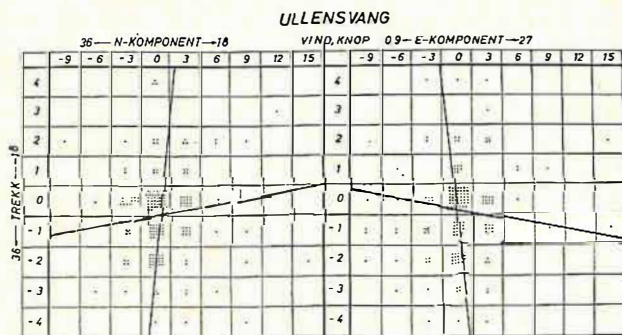


Fig. 8, 9 og 10. Korrelasjon mellom trekk og vind. Trekk i Tyssedalstunnelen målt i punktene a, b og c, og vinden observert i Ullensvang.

ser vi også av tab. 7 at de samtidige vindretninger i Ullensvang er spredt over hele vindrosen, og vi må også vente at det samme er tilfelle utenfor Tyssedal. Ved slike situasjoner er det forståelig at det kan forekomme vind med positiv nordkomponent på Ullensvang, samtidig med vind med negativ nordkomponent utenfor Tyssedal.

Tab. 6 gir ellers antall tilfeller  $N$ , standardavvikene  $\sigma_x$  og  $\sigma_y$ , korrelasjonskoeffisientene og regresjonsligningene. For å klarlegge fordelingen av tilfellene, har en også for pos. 2—13 gitt en grafisk fremstilling av sammenhengen, idet en for enkelthets skyld likesom i fig. 7 har gjengitt telleskjemaet og tegnet inn regresjonslinjene (fig. 8—13). Som en ser, er det vanskelig å øyne noen enhetlig lov for fordelingen av punktene. Da, som nevnt, fjorden er bredere ved Ullensvang enn ved Tyssedal, har en gått ut fra at vindobservasjonene ute i fjorden er mer representativ for forholdene i den høyere atmosfære enn observasjonene utenfor Tys-

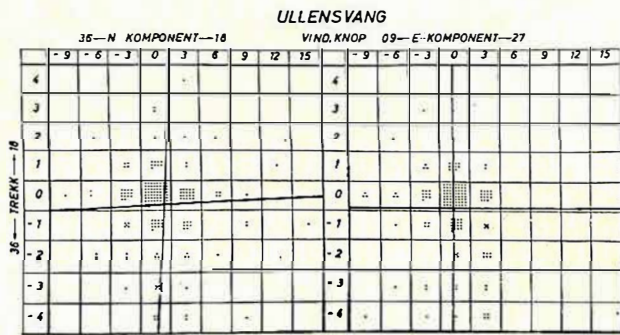
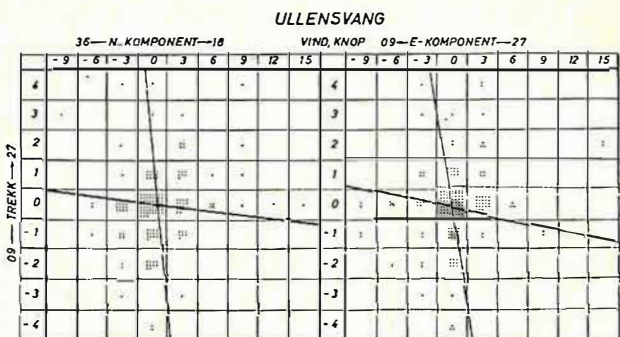


Fig. 11, 12 og 13. Korrelasjon mellom trekk og vind. Trekk i Folgefonnstunnelen målt i punktene d, e og f, og vinden observert i Ullensvang.

sedal, og i den videre undersøkelse er vindobservasjonene ved Ullensvang lagt til grunn for studiet av trekk og trykkfall i de to tunnelene. En har korrelert trekkmålingene i punktene a, b, c og d, e og f med henholdsvis sør—nord-komponentene og vest—aust-komponentene av vindobservasjonene i Ullensvang (pos. 2—13 i tab. 6). Alle data viser samme karakteristiske egenskap, nemlig at den svake trekken som er målt i de to tunnelenes seks målepunkter, bare vanskelig lar seg forklare ut fra vindforholdene ute i fjorden. Dette skyldes sannsynligvis bare den svakvindige situasjon i prøveperioden. Hadde undersøkelsen fortsatt utover høsten, ville kanskje resultatet ha blitt et annet.

Det kan være mange grunner for at trekkobservasjonene viser svak sammenheng med vindobservasjonene. Den kjensgjerning at bare én observatør tok alle observasjonene ved hver termin etter hverandre, må nok formodes å være en av årsakene til den manglende overensstemmelse. En må erindre



Tab. 8. Beregnet hyppighet i prosent av trekken i Tyssedalstunnelen og Folgefonnstunnelen.

MÅNED	TREKK = 0	TREKK < 0,5 m/sek	TREKK ≥ 0,5 m/sek	Σ
JANUAR	24,37	60,00	14,75	100
FEBRUAR	24,63	63,32	12,05	100
MARS	25,15	63,92	10,93	100
APRIL	22,42	66,44	11,14	100
MAI	15,90	73,46	10,56	100
JUNI	17,62	74,13	8,25	100
JULI	18,36	75,16	6,48	100
AUGUST	23,06	70,70	6,16	100
SEPTEMBER	20,05	69,14	10,81	100
OKTOBER	24,34	64,32	11,34	100
NOVEMBER	25,42	62,70	11,88	100
DESEMBER	24,50	64,74	10,60	100
ÅRET	22,16	67,42	10,42	100

at hver observasjonsserie tok ca to timer. Hadde en hatt med kraftige vindfelt å gjøre, ville dette antagelig ikke gjort seg i den grad gjeldende.

Sammenligner en resultatene av korrelasjonsanalysen med dataene i tab. 5 a, b, c eller fig. 4, 5 og 6, finner vi i begge fremstillinger en overveiende nordlig trekk i tunnelene, slik det tydeligst kommer frem i middags- og kveldsobservasjonene (fig. 4 og 5). Men dette resultat ville sannsynligvis ha kunnet bli annerledes dersom det også hadde vært observasjoner om natten, og vi dessuten hadde behandlet materialet fra hver observasjons-termin for seg. Hva styrken angår, ser det ut til at en 10 knops vind, lett til laber bris, ute i fjorden avstedkommer en trekk av størrelsesorden 0,5 m/sek i tunnelene. Dersom en vil godkjenne dette resultat på de foreliggende premisser, vil en

måtte regne med at det i Tyssedalstunnelen og Folgefonnstunnelen er slike trekkforhold som beskrevet i tab. 8. Tabellen er bygget på midlere vinddata fra Ullensvang for årene 1941—50, med observasjoner tre ganger daglig. Det sier seg selv at det fra år til år kan være store variasjoner i de enkelte hyppigheter, men alt i alt får en av tabellen et inntrykk av hva en kan vente til de forskjellige årstider. At tabellen gir deler av prosent, er bare et regneresultat som kommer av at en går ut fra den tidligere nevnte 10 års vindstatistikk for Ullensvang. Tabell 8 gir at det gjennomsnittlig i 22,16 % av tilfellene ikke er noen trekk i tunnelene i det hele tatt, og at det i 67,42 % er svak trekk, altså mindre enn 0,5 m/sek. Om denne er brukbar, avhenger av trafikk tettheten. Bare i 10,42 % av tilfellene vil trekken være av en slik størrelsesorden at den vil kunne ha betydning for noen større trafikk tetthet.

#### Analyse av lufttrykkobservasjoner

Til slutt viser vi resultatet av analysen av trykkfallet over tunnelene og tverrslagene, altså over strekningene A—B, A—C og D—E, D—F. Meteorologisk sett er jo dette uhyre små avstander, og de instrumentene hvormed lufttrykket ble registrert, hadde neppe den nødvendige følsomhet for det foreliggende formål. Dertil kommer at instrumentene åpenbart hadde forandret sin korreksjon under transporten fra Oslo. For å finne nye korreksjoner av målingene selv, og fordi absoluttverdiene i og for seg ikke hadde noen betydning, ble det gått

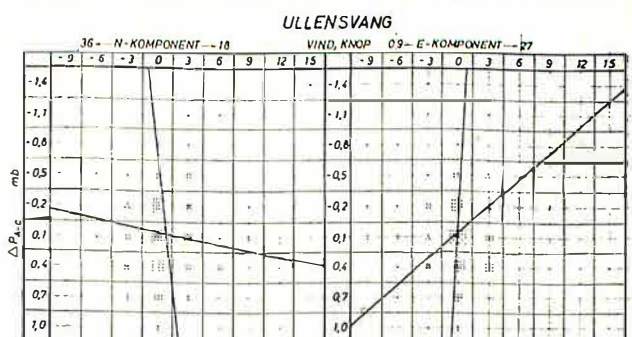
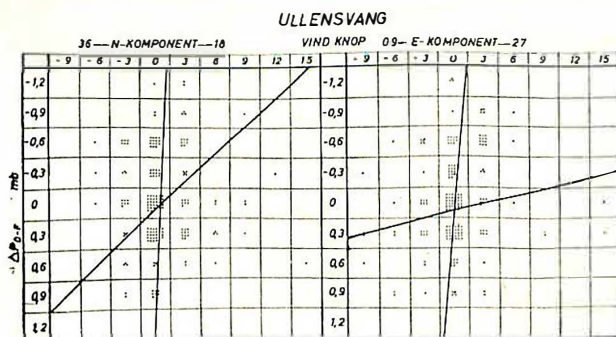
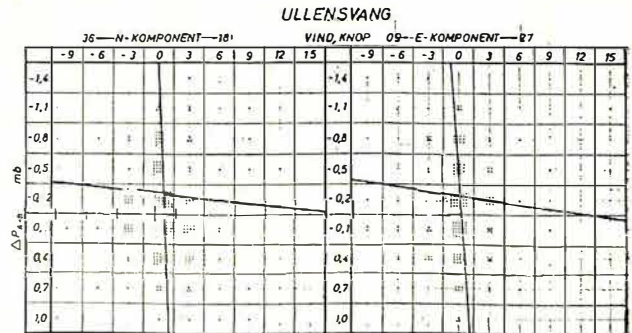
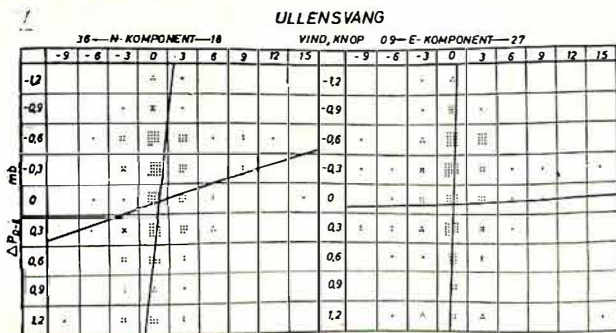


Fig. 14, 15, 16 og 17. Korrelasjon mellom lufttrykksdifferens og vind ved Folgefonnstunnelen (til venstre) og Tyssedalstunnelen (til høyre).



Tab. 9. Statistiske data for ventilasjonsundersøkelsen. Trykkdifferensenes avhengighet av vinden.

		OBJEKT	N	$\sigma_x$	$\sigma_y$	r	REGRESSJONSLINJING
1	X	N-KOMP. AV VIND I ULLENSVANG	178	2,745	0,490	0,06	$X = 0,337Y + 0,921$
	Y	TRYKKDIFFERENS $\Delta P_{A-B}$					$Y = 0,011X + 1,036$
2	X	E-KOMP. AV VIND I ULLENSVANG	178	3,234	0,503	$\pm 0,102$	$X = 0,656Y + 0,261$
	Y	TRYKKDIFFERENS $\Delta P_{A-B}$					$Y = 0,016X + 0,261$
3	X	N-KOMP. AV VIND I ULLENSVANG	120	3,165	0,426	$+0,143$	$X = 1,057Y + 0,853$
	Y	TRYKKDIFFERENS $\Delta P_{A-C}$					$Y = 0,019X + 0,055$
4	X	E-KOMP. AV VIND I ULLENSVANG	120	3,294	0,428	0,067	$X = 0,516Y + 0,052$
	Y	TRYKKDIFFERENS $\Delta P_{A-C}$					$Y = 0,087X + 0,065$
5	X	N-KOMP. AV VIND I ULLENSVANG	185	2,592	0,533	0,193	$X = 1,069Y + 0,690$
	Y	TRYKKDIFFERENS $\Delta P_{D-E}$					$Y = 0,035X + 0,078$
6	X	E-KOMP. AV VIND I ULLENSVANG	185	3,081	0,577	0,013	$X = 0,069Y + 0,184$
	Y	TRYKKDIFFERENS $\Delta P_{D-E}$					$Y = 0,002X + 0,056$
7	X	N-KOMP. AV VIND I ULLENSVANG	184	2,955	0,459	0,058	$X = 0,373Y + 0,621$
	Y	TRYKKDIFFERENS $\Delta P_{D-F}$					$Y = 0,009X + 0,060$
8	X	E-KOMP. AV VIND I ULLENSVANG	184	3,090	0,459	0,153	$X = 1,07Y + 0,269$
	Y	TRYKKDIFFERENS $\Delta P_{D-F}$					$Y = 0,024X + 0,065$

ut fra at instrumentene innbyrdes skulle vise samme lufttrykk-differanse hver gang det var vindstille. En del av denne konstante differanse var å tilbakeføre til høydeforskjellen mellom instrumentene, resten skyldtes instrumentkorreksjonen, idet instrumentene var temperaturkompenserte. Alle de ovennevnte trykkdifferenser ble deretter korrigert med de nye konstantene, og korrelasjonsanalysen kunne ta til.

Resultatene er vist i tab. 9. Som ventelig, finner en små korrelasjonskoeffisienter, og dette maner til største forsiktighet når en skal forsøke å trekke slutninger. Vi ser spredningen tydelig av figurene 14—17.

Noen detaljert statistisk analyse vil det neppe svare seg å gjennomføre, men vi vil peke på en slags «speilvending» av resultatene ved tilsvarende deler av de to tunnelene, noe som må henge sammen med at tunnelene ligger på hver sin side av fjorden og er speilvendte i forhold til hverandre. Skal vi våge å lage et kort sammendrag av resultatene av trykkundersøkelsen, så kan det gjøres som i tab. 10, idet vi igjen gir korrelasjonskoeffisienten for de forskjellige trykkdifferensers relasjon til vinden ute i fjorden og de lufttrykksprang pr 10 knop som vind fra henholdsvis nord og vest avstedkommer mellom de forskjellige portaler. Til tross for at antall tilfeller ikke er ubetydelig, vil mangelen av tilfeller med sterkere vind hindre oss

Tab. 10. Trykkdifferenser ved 10 knop vind fra sør eller vest.

TRYKK-DIFF.	KORR.-KOEFF.	10 Kn. FRA S	10 Kn. FRA W
$\Delta P_{A-B}$	0,06	$+0,10\text{ mb}$	
$\Delta P_{A-B}$	$\pm 0,10$		$+0,14\text{ mb}$
$\Delta P_{A-C}$	$+0,14$	$+0,19\text{ mb}$	
$\Delta P_{A-C}$	0,06		$\pm 0,14\text{ mb}$
$\Delta P_{D-E}$	0,19	$\pm 0,32\text{ mb}$	
$\Delta P_{D-E}$	0,01		$\pm 0,04\text{ mb}$
$\Delta P_{D-F}$	0,06	$\pm 0,92\text{ mb}$	
$\Delta P_{D-F}$	0,15		$\pm 0,22\text{ mb}$

i å trekke videre slutninger. Vi hadde håpet at undersøkelsen av lufttrykkfallet og trekken sammen med vind og ytre og indre temperaturforhold bl. a. ville ha kunnet gi bidrag til vurdering av friksjonskoeffisienten i luftstrømmen langs tunnelveggen. Men denne oppgave må vi utsette til en annen tunnel skal undersøkes.

### Konklusjon

Den serie av meteorologiske observasjoner som ble tatt i forbindelse med åpningen av Tyssedals-tunnelen i 1962, gir bare i liten utstrekning bidrag til klarleggelse av generelle prinsipper for vegtunnelers naturlige ventilasjon. Det er grunn til å anta at erfaringer fra basistunnelers naturlige ventilasjon ikke uten videre kan overføres til sikrings-tunneler langs dalsider og fjorder. Utluftingen av to-veis tunneler utstyrt med sjakter og tverrslag blir vanskeliggjort av trafikken selv, likegyldig om en bruker naturlig eller kunstig longitudinal ventilasjon.

### Litteratur:

- S. H. Ash. *Safety Factor in Construction and Ventilation. Wawona Vehicular Tunnel, Yosemite National Park, California.* United States Department of Interior, Bureau of Mines. Technical Paper 608.
- T. Werner Johannessen: *Climatological Summaries for Norway.* Det Norske Meteorologiske Institutt.
- J. Knudsen: *Om beregning av den naturlige ventilasjon i prosjekterte vegtunneler.* Norsk Vegtidsskrift nr 11, 1954.
- W. Wirz: *Die Lüftung der Alpentrassen-Tunnel.* Strasse und Verkehr 1942.



# Nye tekniske forskrifter for trafikkskilt

*Sivilingeniør Karsten Krogsæter, M.Sc.*

*Transportøkonomisk institutt*

(Forts. fra forrige nummer.)

UDK 656.055/056 : 656.1

## Utforming av trafikkskilt

### Skiltsymboler

Genève-Protokollen av 1949 inneholder små skilttegninger som danner det egentlige grunnlag for de enkelte lands tekniske bestemmelser om utforming av trafikkskiltenes symboler. Disse små skilttegningene skal kun tjene som mønster for hvordan de enkelte symboler i hovedtrekkene skal se ut, og det er forutsatt at symbolene kan modifiseres dersom dette ikke endrer deres hovedtrekk eller karakter (Art. 5, nr 2).

En sammenligning mellom forslaget til nye tekniske bestemmelser og de nåværende tekniske bestemmelser vil vise at skiltsymbolene har gjennomgått en nokså omfattende revisjon. Hensikten har vært å øke symbolenes klarhet under ulike forhold. Spesielt har hensynet til klarheten av reflekterende skilt i mørke vært utslagsgivende. Dette skyldes det spesielle refleksfenomen som er nevnt tidligere, nemlig at de hvite reflekterende flater, som ofte danner bakgrunn for de svarte symbolene, synes å dominere over symbolene og redusere deres størrelse. For å oppveie virkningen av dette fenomen er symbolene gjort store og kraftige.

I tillegg til det tekniske krav om klare og lett oppfattelige symboler er det stillet generelle estetiske krav. Det er foretatt en avveing mellom hensynet til klarhet av reflekterende skilt i mørke og til symbolenes utseende i dagslys. Stort sett har en funnet at begge krav kan tilfredsstilles samtidig.

Videre er det i arbeidet med symbolutformingen tatt sikte på at skiltsymbolene skal få et enhetlig utseende. Med dette menes at det skal brukes samme eller nært beslektede bilsymboler på alle skilt med biler, at alle symboler for mennesker skal ha samme karakter, at utformingen av pilsymbolene skal være systematisert osv.

Under arbeidet med skiltsymbolene ble det først laget en tegning av hvert skilt, oftest i full størrelse. Dette første utkast ble laget på grunnlag av en vurdering av Genève-Protokollens retningslinjer og de eksisterende tekniske bestemmelser i Norge og enkelte andre land. Deretter ble det laget prøveskilt som ble satt opp på en mest mulig realistisk måte, og disse ble vurdert og modifisert med fargetape under ulike lysforhold. Det største forsøk av denne art ble utført i Maridalen ved Oslo sommeren 1964. Dette forsøk ga en lang rekke erfaringer, som sammen med resultatene fra en rekke mindre forsøk senere, danner grunnlaget for det forslag til symbolutforming som nå foreligger.

### Border

Bruken av skiltborder kan ventes å øke sterkt. Dette vil være særlig iøyenfallende på påbudsskiltene og anvisningsskiltene som har blå bunn og nå får en smal hvit bord. Denne hvite borden, som blir lysreflekterende, har særlig stor effekt i mørke, siden den viser skiltets størrelse og form selv om den blå bunnfarven da blir usynlig. Bord vil også bli anvendt på større skilt som orienteringstavler og kjørefeltskilt (anviste kjørefelt). Av hensyn til natt-effekten blir svarte border plasert et stykke innenfor skiltkanten.

Bordbredden vil naturlig nok avhenge av skiltets størrelse, men refleksfenomenet i forbindelse med lyse og mørke farver gjør at også *farven* på bord og skiltbunn spiller en rolle. Forsøk som er gjort av Vegnormalkomiteén viser at svarte border på gul reflekterende bunn må være 6—10 mm bredere enn hvite reflekterende border på blå ikke-reflekterende bunn for at de to border skal se like brede ut når de belyses av billykter i mørke. I dagslys opptrer et lignende fenomen, men dette kan oppveies med en langt mindre breddeforskjell mellom





Fig. 1. Bordbredde og bordplasing for hvit og svart bord på vegnummerskilt.

svarte og hvite border. I dagslys vil derfor den breddeforskjell som nattforholdene krever være lett synlig og virke merkelig, og forslaget til tekniske forskrifter angir av den grunn at breddeforskjellen skal være ca 5 mm.

Som en naturlig konsekvens av dette vil bordene på grønne og hvite vegnummerskilt få forskjellig bredde. Dette kan ses av eksempelet på figur 1. Legg der også merke til den ulike plasing av hvit og svart bord.

#### Turistinformasjon

En rekke nye service-skilt (rasteplass, campingplass, kafé, severdighet m. fl.), et skilt som viser til turistinformasjonskontor og en ny orienteringstavle for turistinformasjon (turistinformasjonskart) vil kunne forbedre skiltingen for turister i vesentlig grad. Turistinformasjonskartet er tenkt

oppsett på parkeringsplasser og rasteplasser foran tettsteder, byer og andre områder av spesiell interesse for turister. Skiltet skal vise et skjematisk kart over området, og symbolene fra service-skiltene skal angi beliggenheten av de ulike spisesteder, overnattingssteder, severdigheter o.l. Skiltet skal være blått med hvit tekst på samme måte som de fleste øvrige opplysningsskilt. Et eksempel på utforming av turistinformasjonskart er vist på figur 2.

Et nytt skilt for markering av bykommuners administrative grenser er også foreslått, delvis av turistmessige hensyn. Skiltet skal ha hvit bunn og gjengi byens våpen og navn. Skiltet blir dermed helt forskjellig fra stedsnavnskiltet, som heretter bare skal brukes ved tettbebyggelsens begynnelse. Et eksempel på utforming av bykommuneskilt er vist på figur 3.

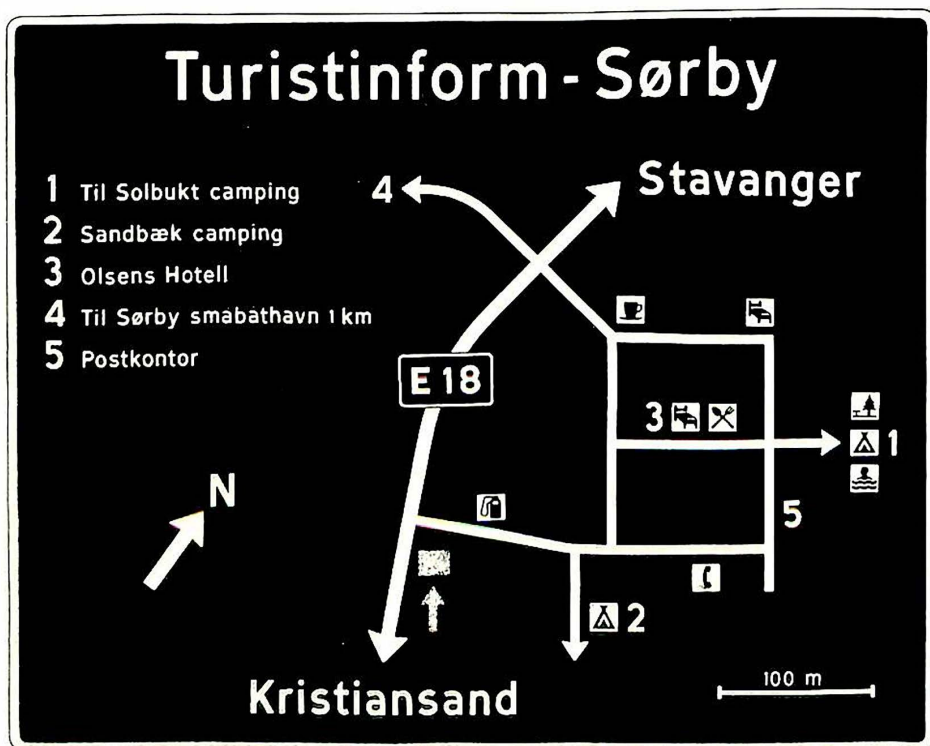


Fig. 2. Eksempel på utforming av turistinformasjonskart.





Fig. 3. Eksempel på utforming av bykommuneskilt.

#### Orienteringstavler

Orienteringstavler er skilter til forvarsling av offentlige vegkryss. Det er foreslått at det heretter skal brukes 3 ulike typer av orienteringstavler, som gis typebetegnelse A, B og C. Hvilken type som skal anvendes i hvert enkelt tilfelle vil avhenge av vegkryssets utforming og av hvilke opplysninger som skal gis på orienteringstavlen.

Orienteringstavler av type A gjengir en kartmessig skisse av vegene i krysset, på tilsvarende måte som på de orienteringstavler som forskriftene tillater i dag. Disse orienteringstavlene må derfor vanligvis spesiallages for hvert enkelt kryss, og kartet gjør det ofte vanskelig å utnytte plassen på skiltet på en effektiv måte. Begge deler fører til relativt høye kostnader. Derfor bør orienteringstavler av type A heretter bare komme til anvendelse foran vegkryss med så spesiell utforming at trafikantene kan trenge ekstra opplysning om hvordan de skal kjøre. Et eksempel på utforming av orienteringstavle av type A er vist på figur 4.

Orienteringstavler av type B består av horisontale tekstlinjer med varselpil, vegnummer og *stedsnavn*. Dette system tillater en mer rasjonell produksjon og gir vanligvis en god utnyttelse av plassen på skiltet. Et eksempel på slik orienteringstavle er vist på figur 5.

Type C består av vertikale linjer med de samme opplysninger som type B, bortsett fra at stedsnavn

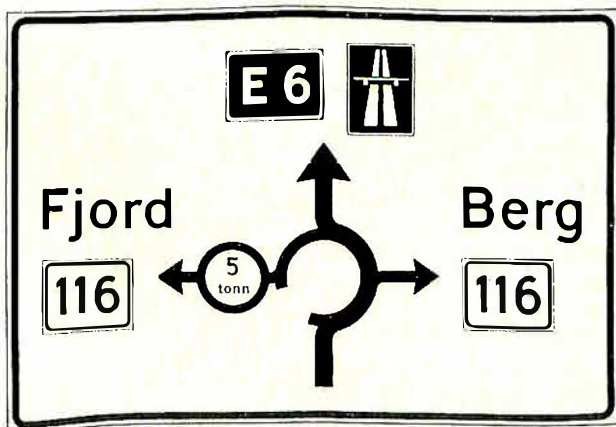


Fig. 4. Eksempel på utforming av orienteringstavle av type A.



Fig. 5. Orienteringstavle av type B.

ikke kan tas med. Denne type av orienteringstavle ble innført samtidig med de nye vegnummerskiltene, og den innebærer for såvidt en ny æra hva angår skilting av ruter i Norge. Det nye er at stedsnavnene delvis går ut av orienteringstavlene. For vegvesenet vil dette kunne bety vesentlige besparelser på skiltkontoen fordi skiltene blir mindre. For trafikantene vil det bety at de må «kjøre på» vegnummer i større grad enn tidligere. I en overgangsperiode vil dette kreve noe større oppmerksomhet fra trafikantenes side, men deretter vil alle parter kunne trekke full nytte av de fordeler et gjennomført vegnummersystem innebærer. Et eksempel på orienteringstavle av type C er vist på figur 6.

#### Farver på orienteringsskilt

De enkelte land har, innen visse grenser, frihet til å velge farve på sine orienteringsskilt (orienteringstavler, vegvisere, orienteringsskilt for valg av kjørefelt). Det er imidlertid innarbeidet praksis i Europa å bruke skilt med blå bunn og hvit tekst på motorveger, og dette blir også gjort i Norge. For vårt øvrige nett av offentlige veger har skilt med gul bunn og svart tekst vært benyttet. På grunnlag av en vurdering av hvilken skiltstørrelse som ville bli fremherskende på norske veger og behovet for blikkfang-effekt, ble det besluttet å beholde den gule bunnfarven med svart tekst.

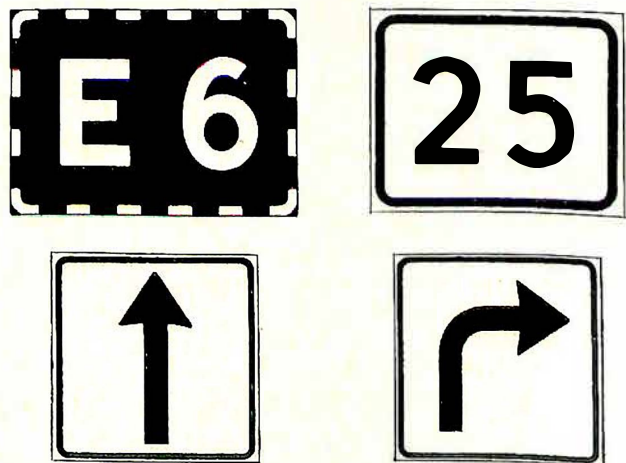


Fig. 6. Orienteringstavle av type C.



Det er dermed klart at en vil benytte farven på orienteringsskiltene til å skille mellom motorveger (hvor det gjelder spesielle trafikkregler) og øvrige offentlige veger. Videre er det også foreslått at en skal benytte farve til å skille ut orienteringsskilt som gjelder lokale eller private steder langs offentlig veg. De lokale orienteringsskiltene er tenkt å være hvite med svart tekst. Dette er i samsvar med vanlig praksis for farvevalg på skilt for gatenavn i byer, og gatenavnskiltene er etter sin funksjon og plassering intet annet enn lokale vegvisere.

For vegvisere som viser langs privat veg er det foreslått blå bunnfarve og gul tekst, siden den blå-hvite farvekombinasjon er reservert for motorveger.

### Stedsnavn

Kapitel 3 vil inneholde en ny visingsplan for riksvegene. Visingsplanen inneholder alle fjernmålstedsnavn som skal brukes på orienteringsskilt langs riksvegene. For en del av riksveg E 6 vil en f. eks. finne følgende navn i forslaget:

Oslo — Hamar — Lillehammer — Dombås — Trondheim

Det betyr at man på orienteringsskiltene fra Oslo til Hamar skal vise til Hamar, fra Hamar til Lillehammer skal det vises til Lillehammer osv.

Fjernmålene er lagt relativt tett. Dette skyldes at en har funnet det økonomisk og praktisk fordelaktig å basere vegvisingene over de lange distanser på vegnummereringen. Det er f. eks. neppe nødvendig å ha vegvisere med «Trondheim» hele veien fra Oslo så lenge ruten er konsekvent merket med «E 6».

I tillegg til fjernmålene kan det være nødvendig å vise til steder som ligger nærmere enn fjernmålet, f. eks. viktige trafikkknutepunkter, ferjesteder og annet. Dette blir selvfølgelig tillatt, men det vil antagelig bli for komplisert å gi detaljerte retningslinjer om hvilke steder som det kan vises til i tillegg til det nærmeste fjernmål. Utvelgelsen av de såkalte nærmål vil derfor bli overlatt til den enkelte vegsjef.

(Forts. i neste nummer.)

## Litteratur

**Betongforskriftene i praksis.** A. Rudjord, S. Thaulow, K. Apeland, L. Norågård. Teknisk Ukeblads forlag 1966. 250 sider, 150 ill. Pris kr 40,—, for elever ved tekniske skoler m. v. kr 30,—.

De någjeldende betongforskrifter NS 427 A fra 1962/63 innførte en rekke bestemmelser som avvek fra tidligere praksis, og Den Norske Ingeniørforening arrangerte derfor flere ganger kurser for å lette og påskynde innføringen av de nye regler. Det er materialet fra disse kurser som her foreligger i bokform.

Boken behandler de samme emner som kursene, men stoffet er betydelig omredigert og utvidet. Det er, etter mønster av NS 427 A, fire hovedkapitler: Materialer og utførelse, Prøvningsregler, Dimensjoneringsregler og Armerings- og konstruksjonsregler. Videre er standardene for portlandcement (NS 425 C) og for armeringsstål (NS 481 A) behandlet i hvert sitt kapitel. Dessuten finnes som bilag de uttalelser og fortolkninger som hittil er sendt ut av Kommunal- og arbeidsdepartementet, NIF's permanente betongutvalg m. fl. Boken avsluttes med en omfattende litteraturfortegnelse og alfabetisk stikkordliste.

Den foreliggende orientering gjennomgår i detalj de enkelte deler av forskriftene. Kapitlene om utførelseskrav og om prøvningsregler er oversiktlige og letteste.

De vil være en god støtte både for dem som skal utføre arbeidene og for konstruktørene, når det gjelder forståelsen av reglernes grunnlag og den praktiske bruk. Det samme gjelder også for de to neste kapitlene, som vesentlig vender seg til konstruktørene.

Det har vært innvendt mot dimensjoneringsreglene i NS 427 A at de angir regneregler for spesialtilfellene, uten at det foreligger tilsvarende utviklet metodikk for mer generelle dimensjoneringsproblemer. Dette ville være en oppgave nettopp for en bok som den foreliggende og anmelderen savner en mer inngående behandling på dette punkt. En annen innvending er at forskriftenes Del 3 og Del 4 behandles om hverandre, som om de var likeverdige. Det burde ha fremgått tydeligere at bare Del 3 inngår i byggeforskriftene, som krav, mens del 4 inneholder anvisninger som tillates brukt under nærmere angitte forutsetninger. I Del 4 står riktignok også endel regler som i almindelighet bør følges eller som er hensiktsmessige i bruk, og som forsåvidt heller hører hjemme i Del 3.

Selv om betongforskriftene nå etterhvert er blitt bedre kjent, vil det fortsatt være behov for veiledning og kommentarer. Denne boken dekker de fleste behov i så måte, og kan trygt anbefales som håndbok for betongfagfolk.

Trykk, figurer og utstyr er av god kvalitet, og boken har solid plastinnbinding.

Bjørn Vik



# Riksvegvedlikeholdet 1965

Statistikken over riksvegvedlikeholdet for 1965 bygger både på den gamle og nye regnskapsordning. Fylkene Østfold, Buskerud, Telemark, Hordaland, Sogn og Fjordane, delvis Nordland, Troms og Finnmark benytter fremdeles den gamle regnskapsordning. Rapportene som statistikken bygger på er utdrag av kontobøkene og sammenligning mellom fylkene blir således avhengig av om regnskapet er ensartet lagt opp i de forskjellige fylker.

De øvrige fylker har innført den nye regnskapsordning hvor en til erstatning av kontobøkene er gått over til tabellarisk bokføring. Primærmaterialet sammendras i periodiske oversikter, og statistikken kan settes opp på grunnlag av sammendragene. Det utarbeides kvartalsrapporter for hvert oppsynsmanns-område og en samlet for hele fylket. Årsrapporten settes opp på grunnlag av kvartalsrapportene.

Tabell 1 viser en samlet lengde av riksveger pr 1. januar 1965 på 22 853 km. Herav var 4 536 km eller 20 % belagt med fast dekke og 1 552 km eller 7 % med oljegrus. Resten 73 % var grusveger. Av riksvegene var 22 527 km vedlikeholdt av vegvesenet, mens 326 km var vedlikeholdt av kommuner.

De totale utgifter til den av vegvesenet vedlikeholdte riksvegslengde beløper seg til 269,8 mill. kr. Dette blir en økning fra foregående år på 19,3 mill. kr. eller 7,7 % og gjennomsnittlig pr km 750 kr. eller 6,7 %. Utgiftene pr km varierer fra 8 280 kr i Finnmark til 20 030 kr i Akershus.

Tabell 2 a viser hvordan de totale utgifter fordeler seg på de forskjellige konti både absolutt og relativt,

og tabell 2 b viser de samme utgifter pr km. Utgiftene til vintervedlikehold konto A er økt med 45 % siden foregående år.

De store variasjoner under konto E Maskiner og redskap skyldes ordningen med vegsentraler. I de fylker hvor vegsentralene har overtatt maskinholdet leies maskinene ut til veganleggene og vedlikeholdet. Utgiftene til maskiner blir derfor i disse fylker belastet arbeidskontiene og ikke konto E. For de fylker som har den nye regnskapsordning blir utgiftene til arbeiderforpleining fordelt på de forskjellige arbeidskonti og kommer ikke tilsyne under konto E.

I tabell 3 a er vintervedlikeholdet oppdelt i underkonti og viser også de enkelte underkontis prosentvise andel av hele vintervedlikeholdet. En sammenligning fylkene imellom viser at utgiftene til sandstrøing m. m. er større enn middeltallet for hele landet for alle fylker til og med Hordaland. For de samme fylker er utgiftene til brøyting mindre enn middeltallet.

I tabell 3 b hvor utgiftene til underbygging er fordelt på Vedlikehold og reparasjon og Utvidelse og omlegging, har alle fylker som har den nye regnskapsordning en høy prosentvis andel under Utvidelse og omlegging. Denne forskjell er ikke reell, men skyldes en nøyaktigere spesifikasjon i den nye konteringstabell.

Tabell 3 c viser utgiftene til vegdekke fordelt på de forskjellige konti. Utgiftene til grusdekke er gått noe ned siden foregående år, både absolutt og relativt. Vedlikehold av faste dekker viser en økning på ca 21 %, mens utgiftene til helt nytt dekke er omtrent uforandret.

Tabell 1 og 2 a er gjengitt nedenfor, mens tabell 2 b samt 3 a, b og c blir inntatt i neste nummer.

Tabell 1. Veglengder og netto vedlikeholdsutgifter.

Fylke	Lengden av riksveger fordelt på dekketyper pr 1/1 1965								Vedlikeholdsutgifter <sup>1)</sup>		
	Faste dekker		Oljegrus		Grusveger		Sum riksveger	Herav vedlikehold av vegvesenet	I alt	Pr km	% av hele landet
	km	%	km	%	km	%	km	km	kr	kr	
Østfold .....	422	53	44	5	333	42	799	750	11 210 000	14 950	4,1
Akershus .....	463	50	128	14	334	36	925	924	18 506 134	20 030	6,9
Hedmark .....	250	13	380	20	1 284	67	1 914	1 905	19 266 760	10 110	7,1
Oppland .....	319	19	163	10	1 181	71	1 663	1 651	19 090 030	11 560	7,1
Buskerud .....	426	39	107	10	558	51	1 091	1 055	15 533 274	14 720	5,7
Vestfold .....	390	66	83	14	121	20	594	564	9 339 490	16 560	3,5
Telemark .....	294	26	190	17	645	57	1 129	1 101	15 793 193	14 340	5,8
Aust-Agder .....	174	21	97	11	579	68	850	833	10 498 332	12 600	3,9
Vest-Agder .....	294	32	—	—	625	68	919	905	9 690 126	10 710	3,6
Rogaland .....	339	34	69	7	592	59	1 000	962	13 187 341	13 710	4,9
Hordaland .....	315	21	25	2	1 153	77	1 493	1 493	17 739 761	11 880	6,6
Sogn og Fjordane ..	175	14	61	5	1 033	81	1 269	1 259	13 414 777	10 660	5,0
Møre og Romsdal ..	190	11	145	9	1 325	80	1 660	1 645	16 931 183	10 290	6,3
Sør-Trøndelag .....	161	13	—	—	1 118	87	1 279	1 258	15 818 114	12 570	5,9
Nord-Trøndelag ....	162	12	52	4	1 155	84	1 369	1 362	16 876 987	12 390	6,2
Nordland .....	92	5	7	—	1 932	95	2 031	2 010	21 311 847	10 600	7,9
Troms .....	42	3	1	—	1 348	97	1 391	1 379	13 380 264	9 700	5,0
Finnmark .....	28	2	—	—	1 449	98	1 477	1 471	12 174 318	8 280	4,5
Hele landet 1965 ..	4536	20	1552	7	16 765	73	22 853	22 527	269 761 931	11 980	100
—, — 1964 ..	4245	19	926	4	17 408	77	22 579	22 308	250 452 801	11 230	
—, — 1963 ..	3508	21	939	6	12 207	73	16 654	16 654	179 417 745	10 770	
—, — 1962 ..	3281	20	—	—	13 370	80	16 651	16 651	155 098 155	9 310	
—, — 1961 ..	3079	19	—	—	13 536	81	16 615	16 615	138 689 681	8 350	

<sup>1)</sup> Vedlikeholdsutgifter pr km avrundet til hele 10 kroner.



Tabell 2a. Netto vedlikeholdsutgifter 1965, fordelt på konti og prosentvis fordeling.

Fylke	A Vinter- vedlikehold		B Under- bygging		C Vegdekke		D Bruer, kaier m. v.		E Maskiner og redskap		F Arbeider- forpleining		G Oppsyn og regnskap		H Oppmerking, trafikk m. v.		Sum	
	Kr	%	Kr	%	Kr	%	Kr	%	Kr	%	Kr	%	Kr	%	Kr	%	Kr	%
Østfold .....	1 169 716	10,4	3 578 517	31,9	4 455 284	39,8	100 138	0,9	721 066	6,4	507 981	4,5	228 250	2,1	449 048	4,0	11 210 000	100
Akershus .....	3 875 464	20,9	3 839 627	20,7	6 802 896	36,8	622 626	3,4	995 861	5,4	—	—	430 538	2,3	1 939 122	10,5	18 506 134	100
Hedmark .....	3 115 029	16,2	4 910 799	25,5	7 932 039	41,2	548 374	2,8	993 292	5,2	—	—	642 926	3,3	1 124 301	5,8	19 266 760	100
Oppland .....	3 718 712	19,5	3 376 028	17,7	9 577 184	50,2	537 383	2,8	313 076	1,6	—	—	594 965	3,1	972 682	5,1	19 090 030	100
Buskerud .....	2 032 411	13,1	2 651 834	17,1	4 454 190	23,7	101 364	0,6	3 865 928	24,9	1 371 878	8,8	469 992	3,0	585 677	3,8	15 533 274	100
Vestfold .....	1 484 895	15,9	1 964 840	21,0	3 606 738	38,6	671 053	7,2	85 246	0,9	—	—	209 257	2,3	1 317 461	14,1	9 339 490	100
Telemark .....	1 667 021	10,5	3 496 590	22,1	5 744 446	36,4	42 484	0,3	3 147 802	19,9	832 549	5,3	281 051	1,8	581 250	3,7	15 793 193	100
Aust-Agder .....	1 601 247	15,3	2 085 417	19,9	4 225 619	40,3	286 871	2,7	939 251	8,9	—	—	285 355	2,7	1 074 572	10,2	10 498 332	100
Vest-Agder .....	1 566 110	16,2	2 532 660	26,1	3 675 856	37,9	188 211	1,9	848 417	8,8	—	—	297 130	3,1	581 742	6,0	9 690 126	100
Rogaland .....	1 227 906	9,3	4 901 447	37,2	4 481 131	34,0	679 249	5,2	939 382	7,1	—	—	175 201	1,3	783 025	5,9	13 187 341	100
Hordaland .....	1 716 544	9,7	2 809 770	15,8	7 827 844	44,1	308 513	1,7	2 413 144	13,6	1 515 926	8,6	598 072	3,4	549 948	3,1	17 739 761	100
Sogn og Fjordane ..	1 125 046	8,4	1 865 033	13,9	3 845 853	28,7	261 856	2,0	4 684 000	34,9	1 075 284	8,0	327 595	2,4	230 110	1,7	13 414 777	100
Møre og Romsdal ..	2 823 217	16,7	3 589 237	21,2	7 486 480	44,2	1 322 087	7,8	304 793	1,8	—	—	494 082	2,9	911 287	5,4	16 931 183	100
Sør-Trøndelag .....	3 506 848	22,2	2 466 226	15,6	7 998 765	50,6	414 873	2,6	138 496	0,9	—	—	493 108	3,1	799 798	5,0	15 818 114	100
Nord-Trøndelag ...	2 417 210	14,3	5 158 849	30,6	6 397 312	37,9	624 947	3,7	946 087	5,6	—	—	340 014	2,0	992 568	5,9	16 876 987	100
Nordland .....	4 840 581	22,7	1 584 923	7,5	8 867 283	41,6	814 614	3,8	3 585 654	16,8	741 379	3,5	514 559	2,4	362 854	1,7	21 311 847	100
Troms .....	3 486 152	26,1	1 005 553	7,5	4 021 966	30,0	493 444	3,7	2 569 384	19,2	1 147 208	8,6	431 807	3,2	224 750	1,7	13 380 264	100
Finnmark .....	3 991 494	32,8	1 296 546	10,6	3 199 358	26,3	139 554	1,1	2 006 182	16,5	834 961	6,9	513 845	4,2	192 378	1,6	12 174 318	100
Hele landet 1965 ..	45 365 603	16,8	53 113 896	19,7	104 600 244	38,8	8 157 641	3,0	29 497 061	10,9	8 027 166	3,0	7 327 747	2,7	13 672 573	5,1	269 761 931	100
—, — 1964 ..	31 296 666	12,5	50 963 605	20,4	108 682 433	43,4	7 446 211	3,0	30 668 665	12,2	6 528 042	2,6	6 338 662	2,5	8 528 517	3,4	250 452 801	100
—, — 1963 ..	27 938 360	15,6	31 813 697	17,7	75 473 370	42,1	3 891 935	2,2	23 295 257	13,0	6 611 301	3,7	5 094 892	2,8	5 298 933	2,9	179 417 745	100
—, — 1962 ..	28 837 292	18,6	26 111 998	16,8	61 863 433	39,9	3 158 117	2,0	19 117 816	12,3	6 961 035	4,5	4 638 303	3,0	4 410 161	2,9	155 098 155	100
—, — 1961 ..	18 280 406	13,5	24 586 161	18,1	57 593 509	42,5	2 422 387	1,8	18 646 812	13,7	6 288 362	4,6	4 329 257	3,2	3 468 518	2,6	138 689 681	100



## Sysselsettingsoversikt

Tab. 1. Antall arbeidere ved riks- og fylkesveganlegg pr. 30. juni 1966.

Fylke	Riksveger						Fylkesveger						Sum anlegg			
	Vegv.s egen drift	Entre- pre- nørers drift <sup>1)</sup>	I alt	Herav			Vegv.s egen drift	Entre- pre- nørers drift <sup>1)</sup>	I alt	Herav			I alt	Herav sysselsatt		
				Ordi- nært	Ekstraordinært					Ordi- nært	Ekstraordinært			Ordi- nært	Ekstraordinært	
					Over vegbud- sjettet	Utenom vegbud- sjettet					Over vegbud- sjettet	Utenom vegbud- sjettet			Over veg- budsj.	Utenom veg- budsj.
Østfold . . . . .	59	15	74	74	—	—	47	—	47	47	—	—	121	121	—	—
Akershus . . . . .	143	220	363	363	—	—	15	3	18	18	—	—	381	381	—	—
Hedmark . . . . .	128	75	203	203	—	—	6	22	28	28	—	—	231	231	—	—
Oppland . . . . .	205	39	244	244	—	—	41	16	57	57	—	—	301	301	—	—
Buskerud . . . . .	81	92	173	173	—	—	61	43	104	104	—	—	277	277	—	—
Vestfold . . . . .	115	1	116	116	—	—	—	4	4	4	—	—	120	120	—	—
Telemark . . . . .	184	3	187	187	—	—	30	31	61	61	—	—	248	248	—	—
Aust-Agder . . . . .	213	25	238	238	—	—	69	27	96	96	—	—	334	334	—	—
Vest-Agder . . . . .	205	13	218	218	—	—	48	28	76	76	—	—	294	294	—	—
Rogaland . . . . .	194	25	219	219	—	—	126	21	147	147	—	—	366	366	—	—
Hordaland . . . . .	488	19	507	461	46	—	182	19	201	184	—	17	708	645	46	17
Sogn og Fjordane . . . . .	354	—	354	306	48	—	203	6	209	209	—	—	563	515	48	—
Møre og Romsdal . . . . .	479	15	494	494	—	—	118	35	153	153	—	—	647	647	—	—
Sør-Trøndelag . . . . .	194	—	194	194	—	—	99	—	99	99	—	—	293	293	—	—
Nord-Trøndelag . . . . .	227	—	227	227	—	—	45	—	45	45	—	—	272	272	—	—
Nordland . . . . .	442	—	442	403	39	—	108	—	108	108	—	—	550	511	39	—
Troms . . . . .	242	—	242	242	—	—	56	—	56	56	—	—	298	298	—	—
Finnmark . . . . .	151	25	176	176	—	—	27	—	27	27	—	—	203	203	—	—
Sum . . . . .	4104	567	4671	4538	133	—	1281	255	1536	1519	—	17	6207	6057	133	17

<sup>1)</sup> Anlegg av riks- og fylkesveger som hovedsakelig utføres av private entreprenører.



Tab. 2. Antall arbeidere ved riks- og fylkesvegvedlikehold pr. 30. juni 1966.

Fylke	Riksveger			Fylkesveger			Sum vedlikehold
	Vegv.s egen drift	Entreprenørers drift <sup>2)</sup>	I alt	Vegv.s egen drift	Entreprenørers drift <sup>2)</sup>	I alt	
Østfold .....	247	13	260	110	14	124	384
Akershus .....	217	1	218	39	—	39	257
Hedmark .....	308	8	316	207	15	222	538
Oppland .....	294	—	294	185	2	187	481
Buskerud .....	232	6	238	49	99	148	386
Vestfold .....	128	16	144	68	21	89	233
Telemark .....	234	22	256	92	4	96	352
Aust-Agder .....	179	18	197	60	17	77	274
Vest-Agder .....	179	—	179	157	—	157	336
Rogaland .....	233	32	265	150	21	171	436
Hordaland .....	305	—	305	180	—	180	485
Sogn og Fjordane ...	237	1	238	83	3	86	324
Møre og Romsdal ...	286	19	305	123	1	124	429
Sør-Trøndelag .....	221	8	229	166	25	191	420
Nord-Trøndelag .....	249	6	255	152	5	157	412
Nordland .....	308	6	314	197	2	199	513
Troms .....	275	—	275	113	—	113	388
Finnmark .....	147	36	183	16	4	20	203
Sum .....	4279	192	4471	2147	233	2380	6851

<sup>2)</sup> Vedlikehold av riks- og fylkesveger som utføres av by- og herredskommuner

Tabell 3. Antall arbeidere ved vegsentraler og vegstasjoner<sup>3)</sup> pr. 30. juni 1966

Fylke	
Østfold .....	32
Akershus .....	102
Hedmark .....	95
Oppland .....	63
Buskerud .....	16
Vestfold .....	34
Telemark .....	22
Aust-Agder .....	29
Vest-Agder .....	27
Rogaland .....	23
Hordaland .....	—
Sogn og Fjordane .....	24
Møre og Romsdal .....	41
Sør-Trøndelag .....	92
Nord-Trøndelag .....	90
Nordland .....	57
Troms .....	12
Finnmark .....	42
Sum .....	801

<sup>3)</sup> Omfatter arbeidere som ikke kan fordeles på anleggs- og vedlikeholdsarbeide.

## Personalia

### Ansettelse i Vegdirektoratet:

Thomas Schiøtz, vikariat som økonomisjef, Knut G. Fjærdal som overingeniør II, Per Økland som konsulent II, Gunnar

Trevland som avdelingsingeniør I, Karl Pareli Bruun, Tor Korpberget og Rolf Erik Larsen som avdelingsingeniør II og Johan Thorud som tekniker II.

### Ansettelse i Vegadministrasjonen i fylkene:

Akershus: Eva Eilertsen som kontorassistent.  
 Hedmark: Even Reenaas som avdelingsingeniør I.  
 Oppland: Bjørn Struksnes som avdelingsingeniør II.  
 Buskerud: Kjell Runar Johnsen som avdelingsingeniør I.  
 Vestfold: Asmund Midtbø som avdelingsingeniør II.  
 Telemark: Knut Age Refsdal som kontorassistent.  
 Aust-Agder: Kjell Birkeland som avdelingsingeniør I og Ivar Vist som konstruktør II.  
 Vest-Agder: Eivind Noreid som konstruktør III.  
 Rogaland: Per Hole som førstesekretær og Kirsten Fossmark som tegner.  
 Sogn og Fjordane: Knut Skjånes og Ole Matias Nesdal som konstruktør II og Gerd Henjum som kontorfullmektig II.  
 Møre og Romsdal: Paul Erling Bølset og Ulf Gæver Myhre som avdelingsingeniører I og Erik Friid Furset som konstruktør III.  
 Sør-Trøndelag: Kjell Levik, John Lyngroth og Johan Andreas Widerøe som avdelingsingeniører I og Harry Pedersen som kontorassistent.  
 Nord-Trøndelag: Arnold Rygg som avdelingsingeniør II.  
 Nordland: Kåre Rønning og Gunnar Torbjørn Strømsnes som avdelingsingeniører I og Arne Ivar Lovmo som avdelingsingeniør II.  
 Finnmark: Magne Skjånes som avdelingsingeniør I og Arild H. Johansen som kontorsjef.

### Rundskriv fra Vegdirektoratet

Nr 37 M. 5. september 1966 til Statens bilsakkyndige. Krav om fjærer på tilhengere til Personbil. (Rundskriv 80/62 M.)

Nr 38 M. 7. september 1966 til Statens bilsakkyndige. Førervern til traktor.

Nr 39 M. 12. september 1966 til Statens bilsakkyndige. Godkjenning av gnistfangere for traktor til innkjøring i landbrukets driftsbygninger.