

Maskinell vegarbeidsdrift i Hordaland

Vegsjef Olav A. B. Torpp

DK 625.7 (483.4)

1938/39	kr 1,28
1946/47	„ 3,00
1950/51	„ 3,63
1952/53	„ 4,80

Det vesentligste arbeide med planering av veger i Hordaland fylke er og vil bli fjellarbeide — massestatistikken for hovedveganleggene viser også at uttatte fjellmasser i forhold til jordmasser i budsjettårene varierer vanligvis fra 4:1 til 5:1. Det er også sjelden at en har rene jordplaneringsarbeider — den jord som er, ligger som et mer eller mindre tykt lag på fjellet.

Med arbeidslønningene før siste krig viste det seg lite regningssvarende å gå til anvendelse av maskinboring, så sent som i 1939 disponerte Hordaland vegvesen med en arbeidsstyrke på anleggene på opptil 2000 mann bare 2—3 kompressorer. Så godt som alt fjellarbeide, selv tunneldrift, var økonomisk forsvarlig å drive med håndboring.

Etter krigen er mange forhold endret. Arbeidslønnen er sterkt øket, anvendes vegbudsjettproposisjonen som grunnlag og tar en med sosiale utgifter (konto F) blir kostnaden pr akkordtime for hele landet:

Jeg antar at kostnaden pr time i dag ligger på kr 5,50—kr 6,00. Det vil si en økning med ca 450 % fra før krigen.

Sprengstoffet har økt i pris med ca 150 %. Maskinene er blitt atskillig kostbarere, men til gjengjeld bedre. Til hjelp er også kommet hårdmetallboret og den moderne sprengningsteknikk.

Alt dette har etter hvert bevirket en full omlegging av arbeidsdriften. Maskinboring er gjennomført over alt og maskinkraner og vinsjer disponeres av de fleste arbeidslag — den i Hordaland såkalte „halvmaskinelle drift”.

En fortsatt mekanisering betinger en konsentrasjon av arbeidsdriften med store bevilgninger til de enkelte anlegg, en overgang som nødvendigvis vil ta tid i Hordaland.

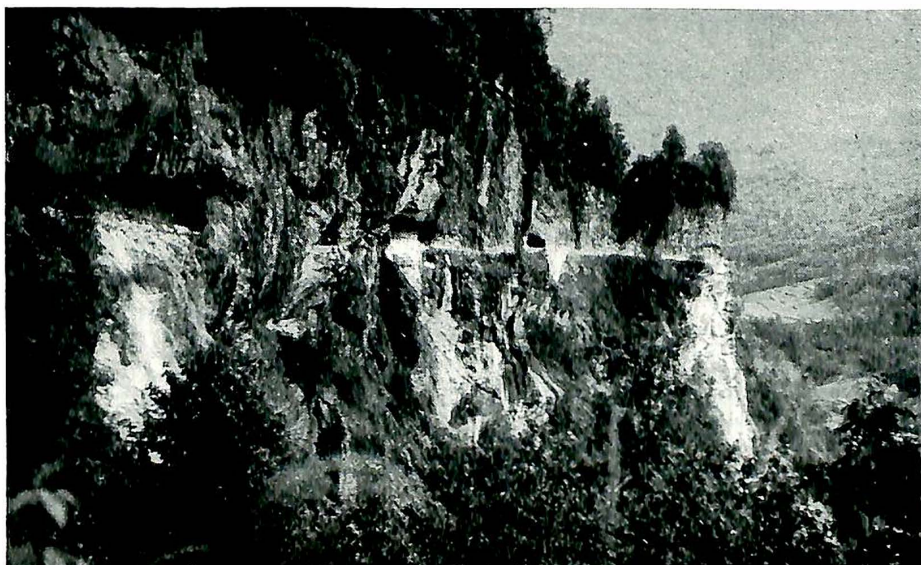


Fig. 1. Gammelt vegparti i Tokagjelet. Vegen er nå i sin helhet omlagt ved en sammenhengende tunnel.

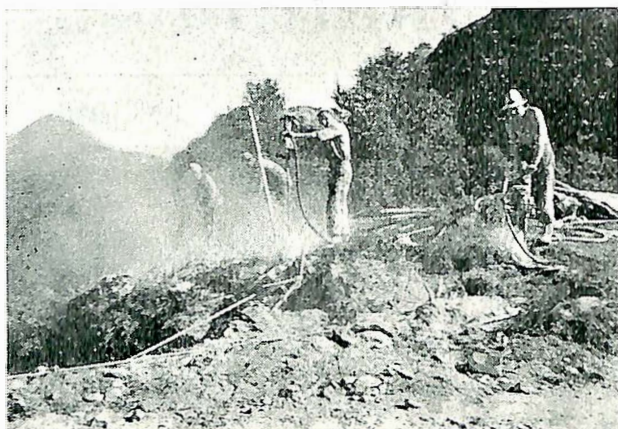


Fig. 2. Maskinboring for forskjæring.

De par senere år har noen anlegg fått bevilgninger så store at en sterkere maskinell drift har vært mulig. Jeg vil omtale et par av disse, nemlig stamvegutbedring i Tokagjelet og flyplassvegene.

Stamvegutbedring i Tokagjelet.

Den tidligere 3 km lange veg gjennom Tokagjelet som ble bygget ved århundreskiftet hadde en kjørebredde på 2,5—3,0 m og har de senere år ved økingen av vognstørrelsen vært til sterk hinder for vegtrafikken til og fra Bergen. En utbedring eller omlegging av dette parti ble naturlig opptatt som første arbeidsoppgave for stamvegmidler innen fylket.

De opprinnelige planer for omlegging av Tokagjelet forutsatte 7 tunneler ved rasfarlige partier med en samlet lengde på 1200 m, samt 1800 m veg i dagen. Under arbeidet viste det seg at forskjæringene ble meget kostbare (maks. fjellskjæring på 35 m høyde) og av den grunn ble korte vegpartier som var prosjektert i dagen lagt inn i tunnel. Den endelige utforming er således 4 tunneler

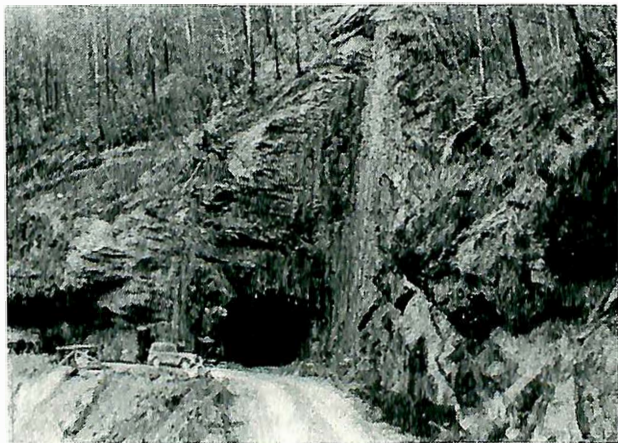


Fig. 3. Forskjæring for øvre tunnel i Tokagjelet. I forskjæringen på 30 m ble uttatt 4000 m³ fjell, og arbeidet ble meget kostbart.

(330 m + 401 m + 678 m + 337 m), samlet lengde 1746 m og med mellomliggende vegpartier i dagen 1226 m. Kjørebanebredden er 5,5 m med kurvetvidelser og minste kurveradius 80 m. Tunnelvertersnittet har minste bredde 7,0 m og største bredde 8,0 m med tunnelvertersnitt henholdsvis 35 og 41 m², gjennomsnittlig for hele tunnelengden 38,2 m².

Med de store bevilgninger som ble gitt til anlegget, kr 1 000 000 pr år kunne driften legges opp fullt mekanisert.

Maskinparken som ble anskaffet var:

1 Eimco 104 (overheadloader)	kr 134 000,00
2 Aveling Barford 4½ cu. yards a kr 74 000,00 ..	„ 148 000,00
4 C.P.T. 6 m ³ kompressorer a kr 42 000,00 ..	„ 168 000,00
1 motorvifte	„ 21 000,00
1 lysagregat	„ 8 500,00
Atlas diesel borhammere og nødvendig annet utstyr	„ 131 500,00
Sum	kr 611 000,00

Som borbokker ble forarbeidet stillbare rørstillaser, som 6 mann lett kunne bære til og fra. Disse borbokker er for øvrig på et annet tunnelanlegg forbedret ved at de 4 ben står på trillebårhjul.

Ved starten av den maskinelle tunneldrift ble anvendt 3 skift, men etter kort tid ble det gått over til 2 skift på grunn av at driften ble for sterkt avhengig av eventuelle maskinstopper, samtidig som bevilgningene ble for knappe til 3 skift.

Tunnelene ble drevet fra begge sider, og mens boringen og skytingen foregikk i den ene ende ble massene borttransportert fra den andre side og omvendt. Maskinene er ved skiftarbeidet blitt effektivt utnyttet, lastemaskinen 2140, dumpersene 2090 og kompressorene 2305 driftstimer pr år.

Boregjengene bestod av 1 bas, 5 borere og 1 kompressorfører og borsliper og lastegjengene av 1 lastemaskinfører, 1 dumperskjører og 1 fjellrensker. Det var alle vante tunnelfolk, men maskinene var nye for dem.

Boringen gikk etter faste skjemaer med 77 til 83 hull med trekantkilekutt og avstand mellom hullene i kransen på 0,9 m. Fjellet som bestod av „fyllit“ er lett borbart, men tungt for sprengstoff. Som borstål ble anvendt Stavangerstål og gjennomsnittlig borlengde pr borstål var 310 m. Sprengstoffbruket var 1,31 kg pr m³ og forbruk av millisekundtennere 1,17 stk. pr m³. Det ble anvendt en bordybde på 2,4 m og gjennomsnittlig inndrift pr salve ble 2,29 m. Samlet 763 salver uten uhell. Boregjengen anvendte ca ¾ av tiden til boring og ¼ til ladning og skytning.

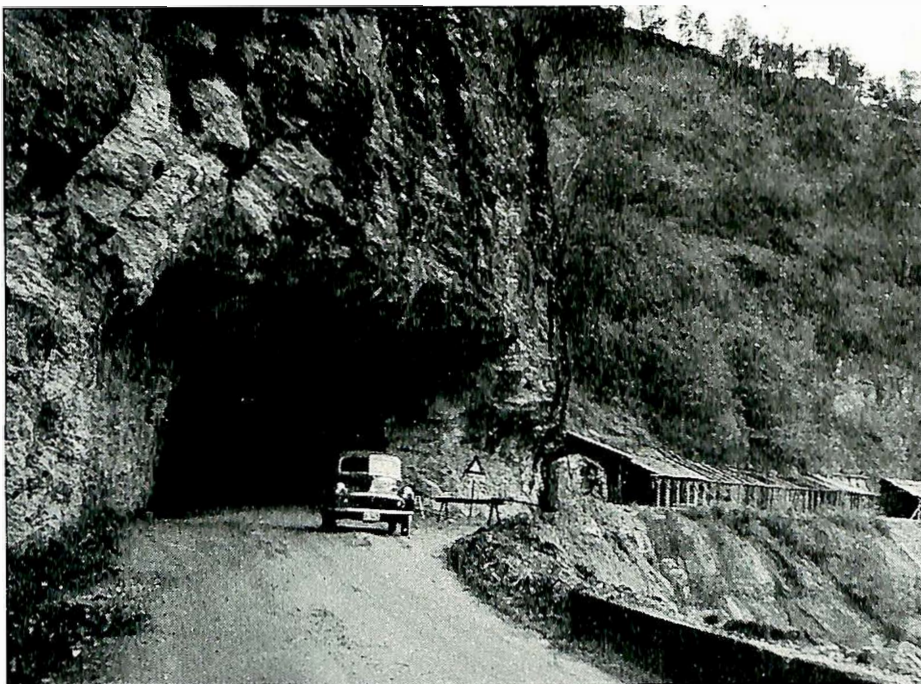


Fig. 4. Gammel og ny veg i Tokagjelet. Rasfarlig parti med treoverbygg er sløyfet ved tunnel.

Vi diskuterte flere ganger under driften om vi skulle gå over til 3,2 m bordybde således at framdriften kunne økes til 3,0 m pr salve, lastemaskinene og dumpersene hadde kapasitet til en økning. Men da det ikke ville bli tid til smøring og stell av maskinene etter hvert skift og da arbeidsrytmen var god som den var, ble ingen endring foretatt. Etter de erfaringer vi nå har etter et tunnelarbeide som vegvesenet foretar for F.A.D. ville en omlegging vært riktig — vi driver nå et tverrsnitt på 50 m² med 3 m fremdrift i skiftet med samme arbeidsstyrke som i Tokagjelet, men vel å merke med mer hurtigborende hammere.

Ved tunnelarbeidsdrift vil en være helt avhengig av at maskinene går, og en maskinstopp uten reserve vil fordyre meget. I Tokagjelet har en hele tiden hatt til disposisjon 4 kompressorer, mens det bare har vært behov for 3 og ingen tid er tapt på grunn av disse. Opprinnelig disponerte anlegget bare 1 dumper, men etterat 1/3 av tunnelene var utført ble det anvendt 2 stk., ved de lengste tunneler har det også vært behov for dette på grunn av arbeidsrytmen. Det har dog vært anvendt bare 1 fører til begge dumpers, lastingen har foregått på den ene dumperen, mens føreren har kjørt ut og tømt den andre. Det har vært liten stopp på grunn av reparasjoner av dumpersene, 1—2 %.

Eimco 104 har en stor lasteevne, 90 m³ faste tunnelmasser er vanligvis blitt fjernet på 5 1/2—6 1/2 time, resten av tiden har vært anvendt til smøring og stell av maskinen. Understellet er svakt og det har vært store reparasjonsutgifter.

Lastemaskinen ble tatt i bruk 1. desember 1953 og pr 31. desember 1955 har den hatt 4476 timer effektiv arbeidstid. Reparasjonsutgiftene i denne tid har vært kr 106 760,00 eller kr 23,90 pr time. Den nye lastemaskin Eimco 105 skal ha sterkere understell og således være bedre.

Vi har ikke hatt noen reservemaskiner for Eimco lastemaskin og fremdriften av tunnelen har vært sinket 19 % på grunn av reparasjoner av denne maskin. Herav antar vi at halvparten av arbeidernes arbeidstid er blitt effektivt utnyttet til rensking og andre oppgaver.

Etter gjennomgåelse av regnskapene er vi kommet til følgende utgifter pr l. m tunnel (gjennomsnittlig 38,2 m³) ekskl. vegdekke:

Arbeidslønn:

46,6 timer à kr 6,80 (inkl. skifttillegg)	kr 317,00
Feriepenger	„ 20,60
Reiseutlegg, brakke, trygd etc.	„ 27,40
	kr 365,00

Sprengstoff etc:

Sprengstoff 50 kg à kr 3,75	kr 187,50
Millisekundtennere 39 stk. à kr 1,50 . . .	„ 58,50
Sprengstoff, lunte og tennere til takrensking etc., mellomledning, varmt vann etc.	„ 27,00
	kr 273,00

Borstål	„ 26,60
---------------	---------

Maskiner:

Eimco lastemaskin:	
Avskrivning	$\frac{134\ 000}{10\ 000}$ kr 13,40

Reparasjoner	.....	$\frac{106\,760}{4\,476}$	„ 23,90
Drivstoff og smørolje	.....	„ 1,80	kr 39,10
Kr 39,10 × 2,6 time/m	.....		kr 101,50
Aveling Barford dumpers:			
Avskrivning	.....	$\frac{65\,000}{10\,000}$	kr 6,50
Reparasjoner	.....	$\frac{43\,000}{7\,634}$	„ 5,65
Gummi	.....	$\frac{7\,000}{7\,634}$	„ 0,90
Drivstoff og smørolje	.....	„ 1,15	
Vektavgift	.....	„ 1,80	kr 16,00
Kr 16,00 × 4,4 time/m	.....		„ 70,40
Kompressorer:			
Avskrivning	.....	$\frac{41\,800}{12\,000}$	kr 3,50
Reparasjoner	.....	$\frac{28\,450}{22\,792}$	„ 1,25
Drivstoff og smørolje	.....	„ 2,20	kr 6,95
Kr 6,95 × 10,5 time/m	.....		„ 73,00
Motorvifter og lys:			
Avskrivning	.....		kr 9,00
Reparasjoner	.....	$\frac{7\,030}{1\,746}$	„ 4,50
Drivstoff og olje	.....	„ 5,50	„ 19,00
Borhammere, rør, ventilasjonsrør, stillaser, transporter	.....	„ 68,50	kr 332,40
Oppsyn og regnskap	.....		kr 14,00
Sum pr meter tunnel	.....		kr 1011,00
Med gjennomsnittlig 38,2 m ² tverrsnitt,			kr 26,40 pr m ³ .

Ved igangsettelsen av anlegget disponerte vi ikke maskinelt laste- og transportmateriell hvorfor 91 m av tunnelene ble drevet ved håndlasting. Kostnaden pr m³ ble kr 40,00 eller 50 % mer enn ved ovennevnte arbeidsdrift.

Dette er også en pris som svarer til kostnaden pr m³ for mindre tunneler som vegvesenet har drevet med hånddrift de par siste år.

92 m av tunnelene i Tokagjelet ble så drevet med en 7 tons Allis Chalmers loader som på grunn av kort transportlengde i de ytre partier av tunnelene både foretok opplasting og uttransport. Kostnaden pr m³ som for Eimcoen. Til slutt, før overgangen til Eimco og dumpers, ble Allis Chalmers loader anvendt sammen med en dumper for 79 m lengde med en merutgift på kr 4,00 pr m³.

*

For Forsvarets Anleggsdirektorat har Hordaland vegvesen påtatt seg prøvedrift av blant annet et par tunneler med samlet lengde ca 700 m og med tverrsnitt 50 m².

Fjellet er lett borbart og sprengbart og med en inndrift på 3,0 m pr salve og med et gunstig forhold mellom transportutstyret og tunnelsalvene vil kostnaden pr l. m tunnel ikke bli over Tokagjelets, og m³ prisen tilsvarende lavere.

Før krigen var antall arbeidstimer pr m³ tunnel ca 4,5—5 for håndboring og tralletransport. Med maskinboring og tralletransport etter krigen har det vanligvis medgått 4 timer pr m³.

I Tokagjelet er timetallet redusert til 1,2 time pr m³. Nå ser det ut til at arbeidstiden pr m³ ved F.A.D.s tunnel reduseres til 0,6—0,7 timer, hvorav 20 % går til rensking.

Avdelingsingeniør R. Kjølstad har hatt ledelsen av de maskinelt drevne tunnelene.

Flyplassvegene.

I forbindelse med utbygging av Flesland flyplass påtok Bergen by og Fana herred seg blant annet utførelse av en ny 6 km lang dobbeltsporet veg mellom flyplassen og fylkesvegen Nestun—Fana. Vegen var planlagt etter en for Hordaland god vegtrasé, maksimal kurveradius 300 m og maksimal stigning 50 ‰.

Ikke lenge etter dette var fastsatt kom bestemmelsen om flyplassens forlengelse hvorved 3 offentlige bygdeveger ble avskåret og en erstatningsveg til flyplassen måtte bygges, utgiftene skulle dekkes av Staten. Denne veg ble også fastsatt bygget ved dobbeltsporet bredde og god vegtrasé.

Anleggskostnaden for begge veger var samlet beregnet til kr 3 934 000 for en total lengde 9450 m eller kr 416,00 pr m. Arbeidstiden for anleggenes fullføring var satt til 2½ år og med normal arbeidsdrift ville dette ha krevet 120 mann. De billigste vegpartier, ca 2100 m ble bortsatt til kontraktører, tidligere vegformenn, som utførte arbeidet etter vanlig driftsmåte i Hordaland med manuell drift. Resten av vegene, 7350 m tok vegvesenet selv, idet tre maskinlag på ca 10 mann hver samt 2 håndarbeidslag til bruer, stikkrenner og vegdekke, totalt 40 mann ble satt opp.

Av maskiner ble anskaffet:

3 gravemaskiner R.B. 19	.....	kr 379 000,00
5 dumpers 4½ cu. yards	.....	„ 370 000,00
1 bulldozer 7 tonn (brukt)	.....	„ 50 000,00
4 kompressorer (6—7 m ³)	.....	„ 160 000,00
Borhammere, rør, trykkluftstanker etc.	.....	„ 66 000,00
		kr 1 025 000,00

Maskinlagene ble oppsatt med: 1 bas, 1—2 hullgravere, 3—4 borere, 1 gravemaskinfører, 1—2 dumperskjørere, 1 tippmann, samt 1 kompressorfører og reparatør, sum 10—11 mann. Lagene har vært nede i 8 mann under gunstige arbeidsforhold med lite jord.

For fjellskjæring inntil 8 meters høyde har det bare vært anvendt boring med stendere hvorved sprengningsarbeidet og uttransporten kunne gå uavhengig av hverandre. Boringsskjemaet har vært $1,0 \times 1,2$ m og det bores til 1,0 m under vegplan. Det har så godt som bare vært anvendt sprengning ved kortintervalltenning — største salve med 280 stk. millisekunder og 720 kg sprengstoff for 1050 m³ fjell. Det er som foran angitt boret 1,0 m under planum for å sikre en dybde til fast fjell min. 0,6 m under planum. I masseberegningen og kostnadsberegninger nedenfor er bare regnet med 0,4 m under planum ved uttak av fjell og likeledes er bare regnet nettomasser i fjellskjæring (det vil si ekskl. overfjell).

Planerte masser i egen regi og ved maskinell drift var for 7350 m veg: 67 000 m³ sprengning, 18 600 m³ gravning og 106 000 m³ fylling, som ved følgende enhetsvurdering: Sprengning 2,5 enheter, gravning 1,0 og fylling 1,0 enhet gir en samlet mengde på 292 100 enheter.

Maskinplaneringens kostnad:

Konto B	kr	868 000,00
" E	"	418 000,00
" F	"	107 000,00
" G	"	49 000,00
Sum	kr	1 442 000,00

$$\text{Enhetsprisen} = \frac{1\,442\,000,00}{292\,100} = \text{kr } 4,94, \text{ dvs. kost-}$$

nad sprengning + fylling = kr 4,94 (2,5 + 1,0 · 1,3) = kr 18,88 pr m³, og kostnad gravning + fylling = kr 4,94 (1,0 + 1,0) = kr 9,88 pr m³.



Fig. 5. Ladning for en salve på flyplassvegen. I hver salve ble gjennomsnittlig uttatt 500 m³ fjell med 3—400 kg dynamitt.



Fig. 6. Gravemaskin forflyttes over en utsprengt fjellskjæring. Den rygger og anvender skuffen som bremse. Gravemaskinene kommer bedre frem i terrenget enn dumpersene, som de ofte måtte slepe etter seg.

Til sammenligning ble det av kontraktørene utført følgende gravnings- og sprengningsarbeider ved manuell drift på 2100 m veglengde:

Sprengning	11 300 m ³ à 2,5 =	28 250 enheter
Gravning	3 150 m ³ à 1,0 =	3 150 —,—
Fylling	17 800 m ³ à 1,0 =	17 800 —,—
		49 200 enheter

Utgiftene herfor var kr 410 100, det vil si kostnad pr enhet = kr 8,34.

Dette er også en enhetspris som tilsvarer kostnaden i egen regi ved manuell drift.

De samlede kostnader for sprengning + fylling = kr 8,34 (2,5 + 1,0 · 1,3) = kr 31,70 pr m³ og kostnaden gravning + fylling = kr 8,34 (1,0 + 1,0) = kr 16,68 pr m³.

Steinlaget på det maskinplanerte vegparti ble utført med stein fra vanntunnel for 600 m lengde, fra rensking i skjæring for 1750 m og fra pukkverk for 5000 m.

Steinlagsprisen ble også meget høy, nemlig $\frac{\text{kr } 489\,100}{7350} = \text{kr } 66,54$ pr m, mens steinlagsprisen

for det manuelt drevne vegparti av kontraktørene ble $\frac{\text{kr } 81\,100}{2100} = \text{kr } 38,62$ pr m.

En bør regne med en større pris for steinlaget ved maskindrift enn ved manuell drift, da en i det siste tilfelle vanligvis bedre kan nyttiggjøre seg kultmassene fra skjæringene til steinlag. Prisen for steinlaget som ble utført med masser fra pukkverket ble høy, bare transporten forhøyet steinlagsprisen med kr 25 pr m. En av årsakene til at det ble anvendt steinlagsmasser fra pukkverk i så stor utstrekning var at veglinjen var balansert for lett for maskinplanering og det ble mangel på steinlagsmasser. Ved maskinplanering kreves et tyngere linjepålegg enn ved manuell drift.

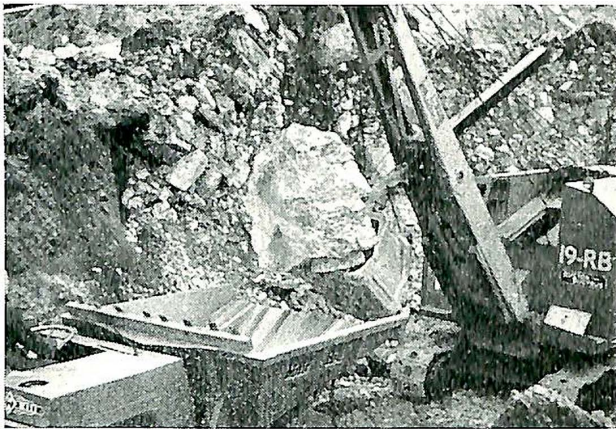


Fig. 7. Opplasting av stor stein på flyplassvegen.

Merutgiftene ved steinlaget må naturlig ved sammenligning av lønnsomheten belastes kostnaden av planeringen for maskinell drift.

Enhetsmengden pr l. m maskinplanert veg = $\frac{292\ 100}{7\ 350} = 39,74$ enheter.

Tillegg pr enhet = $\frac{\text{kr } 66,54 \div \text{kr } 38,62}{39,74} = \text{kr } 0,70$.

Kostnaden pr enhet ved maskinplanering blir da $\text{kr } 4,94 + \text{kr } 0,70 = \text{kr } 5,64$, og i relasjon til kostnaden for manuell drift: $\frac{5,64}{8,34} \times 100 = 68\%$.

Utgiftene pr m^3 (nettomasser fast fjell) sprengning + transport (150 m) + fylling fordeler seg således:

Arbeidslønn

1,1 time à kr 5,50 kr 6,05
Feriepenger, brakker, trygd etc. ,, 1,41 kr 7,46

Sprengstoff etc.

Sprengstoff 0,565 kgpr m^3 }
Millisekundtennere 0,32 stk. pr m^3 } ,, 2,76
Div. }



Fig. 8. Tipping fra dumper. Gode steinmasser for maskinlastning. I begynnelsen var det en del uhell p. g. a. dumpersene kjørte utfor tippen. Derfor anvendes store boks som sikring.

Borstål

Anvendt 366 stk. Coromantstål og
115 stk. Stavangerstål.
Bormeter pr bor ... m 141,5
Bormeter pr m^3 ... m 1,0
Borforbruk kr 52 800,00 ,, 0,78

Kompressorer

Anvendt 2 stk. Consolidated Pneumatic (6 m^3) og
2 stk. Atlas Diesel (7,1 m^3). Samlet brukstid
7226 timer, og brukstid pr år 1150 timer.
Reparasjonsutgifter kr 1,50 pr time
Dieselolje 7,06 l pr time }
Smørølje 0,21 —,— } ,, 3,00 —,—
Fett }
Avskrivning
(avskr.tid = 10 000 timer) ... ,, 4,00 —,—
Flytting, diverse ,, 0,85 —,—
Sum kr 9,35 pr time
Kompressorpris pr m boring og pr m^3 : $\frac{7226 \cdot 9,35}{68\ 000}$,, 1,00

Borhammere nettoforbruk kr 0,16 pr m^3
Reservedeler for bor-
hammere —,— ,, 0,07 —,—
Hurtigkoblingsrørog
deler —,— ,, 0,24 —,—
Slangere og koblinger —,— ,, 0,07 —,—
Slipemaskiner, luft-
tanker m. v. ... —,— ,, 0,40 —,—
Transporter, lagring —,— ,, 0,14 —,— ,, 0,72

Gravemaskiner

Samlet driftstid for 3 gravemaskiner R. B. 19 =
8676 timer. Driftstid pr år 1627 timer.
Reparasjonsutgifter kr 2,67 pr time
Skuffer }
Tennere } ,, 3,78 —,—
Wire }
Dieselolje 3,02 l pr time }
Smørølje 0,12 —,— } ,, 1,70 —,—
Fett }
Avskrivning (avskrivningstid
12 000 timer) ,, 10,00 —,—
Flytting, lagring m. v. ,, 1,85 —,—
Sum kr 20,00 pr time

Gravemaskinene har opplesset 66 900 m^3 fjellmasser
(faste masser), 18 600 m^3 jord og 9000 m^3 grus.
Dette omgjøres beregningsmessig til 88 000 m^3
fjellmasser.

Gravemaskinpris pr m^3 fjellm. $\frac{\text{kr } 20,00 \cdot 8676}{88\ 000}$,, 1,97

Det bemerkes at gravemaskinene også ble anvendt
under opprensning i fjellskjæringene, et arbeide
som var lite effektivt i form av oppleskede
masser pr time.

Dumpers

Anvendt 2 stk. Aveling Barford og 3 stk. Muirhill dumpers 4½ cu. yards. Samlet driftstid 9516 timer og driftstid pr år 1262 timer pr dumper.

Reparasjonsutgifter	kr 3,68	pr time
Gummi	„ 4,20	—,—
Dieselolje	1,40	l pr time
Smørolje	0,10	—,—
Fett	„ 1,10	—,—
Vegavgift (2 dumpers registrert) ..	„ 0,46	—,—
Avskrivning (avskrivningstid 6500 timer)	„ 10,00	—,—
Flytting, lagring, m. v.	„ 2,06	—,—
Sum	kr 21,50	pr time

Dumpersene har transportert 65 000 m³ fjellmasser (faste masser) og 14 600 m³ jord. Dette omgjøres beregningsmessig til 76 000 m³ fjellmasser.

Dumperspris pr m³ fjellmasser ... $\frac{\text{kr } 21,50 \cdot 9516}{76\,000}$ „ 2,70

Som det fremgår har utgiftene til gummislitasje vært meget store, det ville sikkert ha lønnet seg å koste mer på å holde en bedre kjørebane på vegplaneringen.

Øvrige maskiner og redskaper	„ 0,85
Oppsyn og regnskap	„ 0,64
Sum pr m ³	kr 18,88

Som det fremgår er arbeidslønnen for akkordlaget pr m³ kr 6,05, det vil si 31 % av totalutgiftene, den samme prosenten som i Tokagelet.

Ved flyplassvegene ble lagene trukket for sprengstofforbruk, ved senere anlegg med maskindrift har en funnet det mest hensiktsmessig å holde fritt sprengstoff, da en ønsker å få fjellet mest mulig pulverisert for å lette lastingen med gravemaskinene.

Reduksjonen i utgiftene til sprengning og fylling for flyplassvegene ved maskindrift kontra halvmaskinell arbeidsdrift skyldes den reduserte arbeids-

styrke, arbeidstimene pr m³ reduseres til ca 35 % i forhold til antall arbeidstimer ved halvmaskinell drift.

Driften av flyplassvegene har vært underlagt overingeniør I. Glambek med konstruktør H. Olsen som driftsleder.

Ved en sammenligning av avskrivningstiden for maskinene fremgår det at avskrivning pr time er satt atskillig lavere for maskinene i Tokagelet enn på flyplassvegene. Det er rimelig at en ved en effektiv utnyttelse av maskinene og høy brukstid pr år (skiftarbeide) som i Tokagelet, kan regne med en rimeligere avskrivning. En risikerer ikke at maskinene blir foreldet før de er utslitt. Maskinene i Tokagelet vil allikevel være nedskrevet til ca 40 % av innkjøpspris ved anleggets fullføring, det vil si 3—3½ år etter igangsettelsen.

De relativt lave priser ved den maskinelle drift på flyplassvegene må delvis sees i sammenheng med arbeidsmengden pr m planering. En arbeidsmengdevurdering pr m for gravning, sprengning og fylling i sammenligning med planerte hovedveger for landet i 1953/54, viser at flyplassvegene har den 3-dobbelte arbeidsmengde.

En erfaring vi nå etter hvert har fått, er at det er meget ønskelig at anleggsdriften på et anlegg foregår med flere maskinlag og derved flere maskinsett. Foruten at en får konkurransemomentet inn, har en bedre anledning til å holde reservemaskiner (f. eks. 1 ekstra kompressor og 1 ekstra dumper). Bevilgningen pr anlegg bør da også være minst 1—1,5 mill. kr pr år og den tekniske administrasjon har da også bedre anledning til å delta mer effektivt i driften. Dette er ubetinget nødvendig i tilfelle en ønsker gunstige resultater.

Premiering av forslag

I møte den 21. desember 1955 av hoveddriftsutvalget for Statens vegvesen ble nedennevnte to utkast foreslått premiert. Vegdirektøren har tiltrådt forslaget og beløpene er senere utbetalt forslagsstillerne.

De premierte forslag er følgende:

1. Fjærende høydeflis.

Idé og utformning av tekniker Gunnar Tveit. Premie kr 400.

Høydeflisen er laget av 2 båndjern som er malt på begge sider med rød og hvit maling. Båndjernene holdes sammen av et bøyd fjærblad med

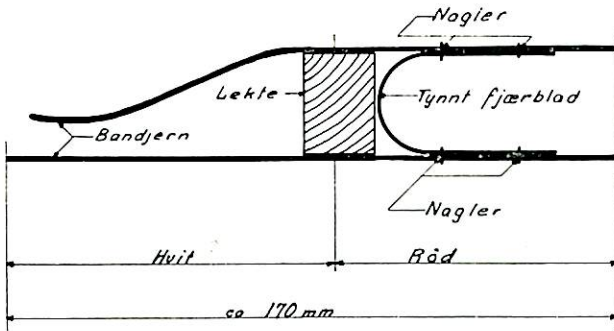
fire nagler, og flisen festes på stikken omtrent som en klesklype.

Ved å bruke høydeflisen som fig. 1 viser, kan en fort sette ut planumshøyden i marken. Justeringen faller lett da flisen er lett å forskyve. Etterpå flises opp ved at trefliser som vanlig skjæres inn i stikkene.

2. Anordning for nedramming av lange peler.

Idé og utformning av oppsynsmann A. Christensen. Premie kr 600.

For å slå ned peler som har større lengde enn rambukken vanligvis kan ta, har forslagsstilleren forarbeidet et slaghode (på skissen kalt jomfru)



Høydeflisen sett ovenfra

Fig. 1. Forslag til fjærende høydeflis.

som skrues fast på pelen. Denne metode har vært brukt av Akershus vegvesen i forbindelse med Delmag rambukk, og det er da slått ned 20 m lange peler med en rambukk som vanligvis tar peler med maks. 12 m lengde.

Fig. 2 viser hvorledes slaghodet monteres på pelen i forhold til styrejernene for rambukkkloddet. Slaghodet skrues fast til pelen ca 3 m over bakken og flyttes trinnvis oppover etter hvert som pelen slås ned.

For mest mulig å forhindre at pelen svaier, festes toppholderen så høyt opp som mulig på rambukken.

Metoden egner seg best på noe bløtere grunn. På hard grunn kan det opptredende bøyemoment ved hvert slag forårsake at pelen ikke slås loddrett ned i grunnen.

Vi ønsker forslagsstillerne til lykke med de velformede forslag og håper på at riktig mange av vegvesenets

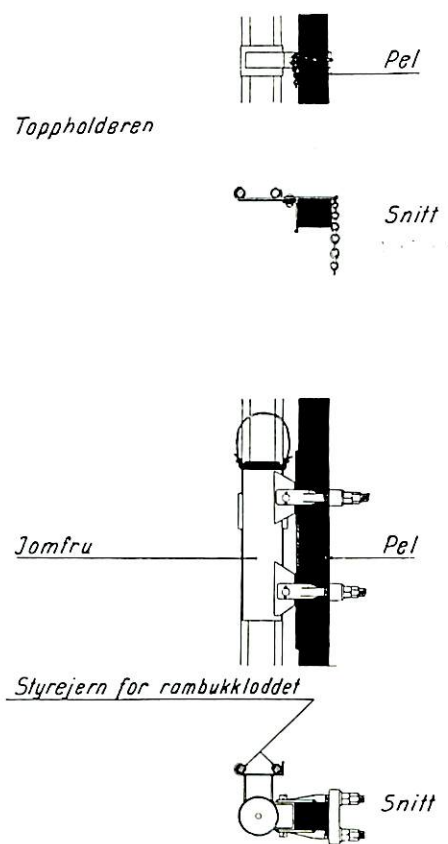


Fig. 2. Anordning for nedramming av lange peler.

skarpe hoder vil bli inspirert til — hver innen sitt spesielle felt — å fremme forslag som kan lette arbeidet innen vegvesenet, det være seg på det tekniske eller administrative område.

Ferdige bruer 1955

Statens vegvesen avsluttet i 1955 ialt 339 bruarbeider med en samlet brulengde og flate henholdsvis ca 5180 m og 29 150 m². Av disse bruer er 111 riksvegbruer, 62 fylkesvegbruer og 166 bygdevegsbruer. Størsteparten er mindre bruer, og den gjennomsnittlige lengde

er 15,3 m. Antall ferdigbygde bruer er omtrent det samme som i 1954, men samlet lengde og flate er vesentlig større. Dette skyldes for en stor del Karmsund bru som har vært under bygging fra desember 1951 og åpnet for trafikk 22. oktober 1955. Denne brua har en samlet lengde på 690 m og flate 5350 m² som er medregnet i forannevnte tall.

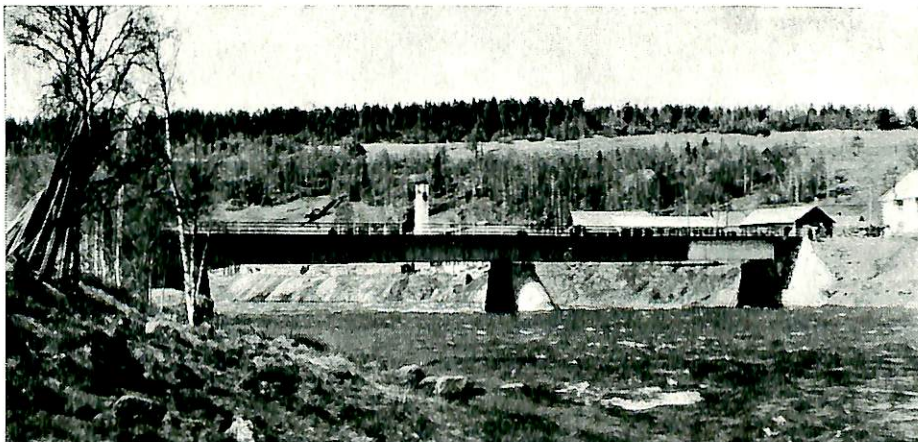


Fig. 1. Tolga bru.

Bruer ferdigbygd 1955.

Fylke	Saml. antall	Stålfagverk Ant. og m ²	Stålbuebruer	Hengebruer Ant. o. m ²	Buebruer i armert betong Ant. o. m ²	Stålbj. eller platebær. Ant. og m ²	Armerte betongbj. Ant. og m ²	Stein eller betonghvelv Ant. o. m ²	Armerte betongpl. Ant. og m ²	Trefagverk Spr. verk. eller hengverk	Trebj. Spikr. bj. eller master Ant. og m ²
Østfold	7					2—648			5—146		
Akershus	11					3—726		2—43	6—157		
Hedmark	18			1—515 ⁴		5—836			10—302		2—27
Oppland	20	1—24 ¹				6—566			13—486		
Buskerud	23	1—132			1—311	9—2873			12—368		
Vestfold	3					1—300			2—35		
Telemark	7	1—240				5—306			1—113		
Aust-Agder	19					7—447			12—296		
Vest-Agder	6					4—319			2—322		
Rogaland	28		1—5350 ³			1—46	10—927		16—491		
Hordaland	21				2—469	2—96	4—286		13—848		
Sogn og Fjord.	44					15—985	2—576		27—577		
Møre-Romsdal.	25					9—473	3—965		9—261		4—69
Sør-Trøndelag	18					6—342			12—339		
Nord-Trøndelag	10					4—1049			6—146		
Nordland	29	1—284				6—291			22—433		
Troms	23	2—769 ²		1—60		4—352	6—236		10—167		
Finnmark	27					12—1253			15—372		
I alt	339*	6—1549	1—5350	2—575	3—780	101—11908	25—2990	2—43	193—5859		6—96

* Herav 5 stk. ferjekaier.

¹ Gml. jernbanebru. ² Inkl. pl.spenn på 6 m. ³ Inkl. 3862 m² for sidesp. av arm. betong. ⁴ Inkl. 83 m² for 2 sidesp.

Disse 339 bru er bygd for bevilgninger under følg. kap.

- 34 bru under kap. 713.1. 1 bru bygd for beredskapsmidler.
- 33 —» » 713.2. 2 bru bygd av Vassdragsvesenet.
- 65 —» » 713.3. 22 bru under andre bevilgningsposter.
- 4 —» » 713.5.
- 19 —» » 713.6.
- 16 —» » 714.
- 7 —» » 719.

121 bygdevegsbru.
15 bru bevilget av fylkene.

I alt* 339 bru med samlet lengde ca 5180 m eller i alt 29150 m². Kjørebane «K» gjennomsnittlig ca 4,6 m. Hertil kommer 17 forsterkninger eller utvidelser av gml. bru, og 13 gml. bru er ombygd til stikkrenner. 2 mindre riksvogbru er revet.
* Herav 5 stk. ferjekaier.

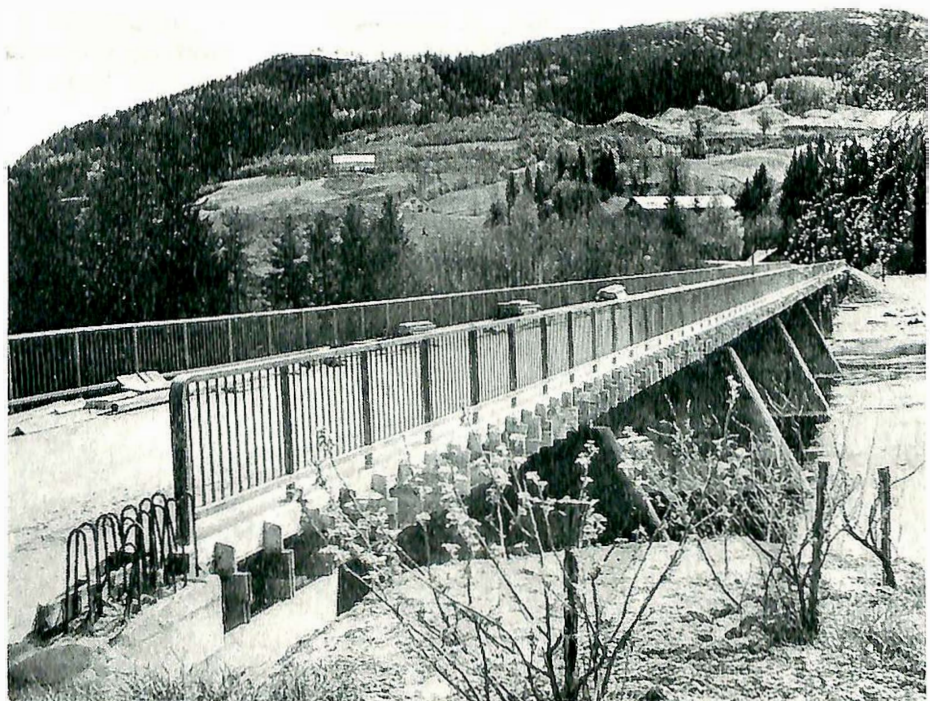


Fig. 2. Volden bru.

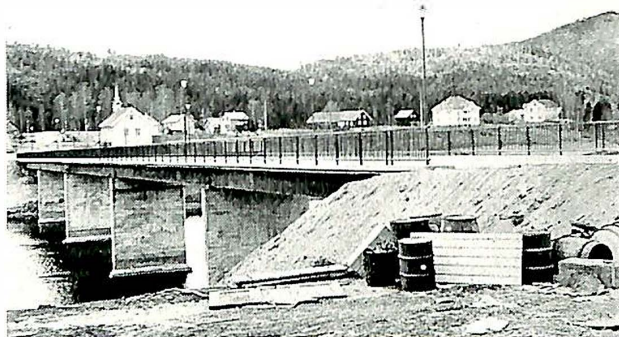


Fig. 3. Nes bru.

Foruten disse bruer er det utført forsterkninger eller utvidelser av 9 riksvegbruer, 2 fylkesvegbruer, og 6 bygdevegsbruer. 10 riksvegbruer og 3 bygdevegsbruer er ombygd til stikkrenner, og 2 mindre riksvegbruer er revet.

Av de nevnte 339 bruer er 6 bygd som fagverksbruer av stål, hvorav 5 med armert betongdekke og 1 med tredekke, 1 som stålbebru med sidespenn av armerte betongbjelker, 2 som hengebruer med tredekke, 3 som buebruer i armert betong, 101 som stålbebru med dekke av armert betong eller tre (herav 5 ferjekaier), 25 som armerte betongbjelkebruer, 6 som trebjelkebruer, 2 som betonghvelv og 193 som platebruer i armert betong.

Av de 173 riks- og fylkesvegbruer er de fleste bygd for bevilgninger under kap. 713,1 — 713,3 — 713,5 og 714. Av disse bruer er 155 ombygninger av gamle bruer og 18 nyanlegg.

Av større bruer som ble ferdig i 1955 kan nevnes:

Mønster bru, fylkesveg 8 i Østfold fylke. Utkraget stålbebru i 5 spenn, ialt 68,3 m. Armert betongdekke med $K = 6,0$ m og 2 sidekanter à 0,5 m. Lastkl. 1/1947.

Engebekk bru, riksveg 90 i Akershus fylke. Kontinuerlig stålbebru i 5 spenn, ialt 80,5 m. Armert betongdekke med $K = 6,5$ m og 2 sidekanter à 0,5 m. Lastkl. 1/1947.

Tolga bru, fylkesveg 125 i Hedmark fylke. Utkraget klinket stålplatebærer i 2 spenn, ialt 67,8 m. Armert betongdekke med $K = 6,0$ m og 2 sidekanter à 0,5 m. Lastkl. 2/1947.

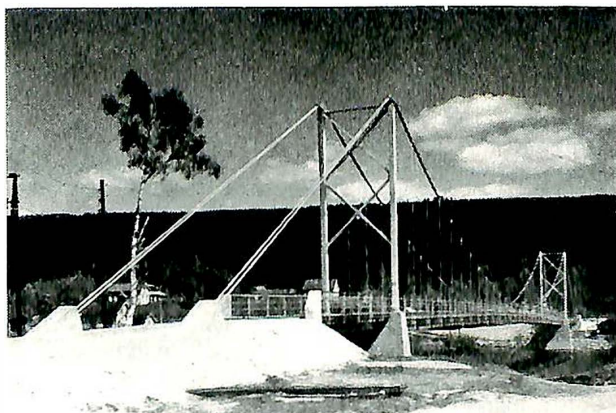


Fig. 4. Opphus bru.

Opphus bru, bygdeveg i Stor-Elvdal, Hedmark fylke. Hengebru med spennvidde 120,0 m og 2 stålbebruspenn à 13,0 m og 10,0 m. Tredekke med $K = 3,2$ m og 2 sidekanter à 0,4 m. Lastkl. 3/1947.

Nes bru, riksveg 60 i Buskerud fylke. Kontinuerlig stålbebru i 5 spenn, ialt 142,0 m. Armert betongdekke $K = 6,0$ m og 2 sidekanter à 0,75 m. Lastkl. 2/1947.

Volden bru, riksveg 275 i Buskerud fylke. Kontinuerlig stålbebru i 8 spenn, ialt 193,0 m. Armert betongdekke $K = 6,0$ m og 2 sidekanter à 0,5 m. Lastkl. 2/1947.

Karmsund bru, riksveg 501 i Rogaland fylke. 2 ledd stålbebru med spennvidde 184,0 m og sidespennene av betongbjelker. Samlet spennvidde 690,0 m. Armert betongdekke $K = 6,5$ m og 2 fortau à 1,25 m. Lastkl. 1/1947.

Høreid bru, bygdeveg i Årdalstangen. Kontinuerlig armert betongbebru i 5 spenn ialt 76,6 m. Armert betongdekke med $K = 6,5$ m. Lastkl. 2/1947.

Vestnes bru, riksveg 619 i Møre og Romsdal fylke. Forspent armert betongbebru i 5 spenn, ialt 77,5 m. Armert betongdekke $K = 6,5$ m og 2 fortau à 1,5 m. Lastkl. 1/1947.

Levanger bru, riksveg 50 i Nord-Trøndelag fylke. Kontinuerlig stålbebru i 5 spenn, ialt 75,0 m. Armert betongdekke $K = 6,5$ m og 2 fortau à 1,5 m. Lastkl. 1/1947.

Litteratur

Trafikk på islagt vann. Vern og Velferd, Oslo 1955. 14 sider. Pris kr 1,—.

I Norsk Vegtidskrift nr 7 for 1954 er inntatt en omtale av de problemer som knytter seg til vinterkjøring på elver og innsjøer, problemer som er blitt stadig mer aktuelle på grunn av den tiltagende biltrafikk på isen og den stadige økning av lastebilenes vekt. Det svenske vegvesens «Anvisninger» for isveger er samtidig referert.

Senere er det kommet en norsk publikasjon om saken, en hendig og meget instruktiv liten trykksak med titelen Trafikk på islagt vann. Den er utgitt av Vern og Velferd i Oslo, hvor den også kan fåes kjøpt. Den gjengir en betenkning utarbeidet av et utvalg som ble nedsatt i 1954 på initiativ av Statens Arbeidstilsyn og som bestod av:

Overingeniør Halvdan Klæboe, Vassdragsvesenet, formann; ekspedisjonssjef dr Olaf Devik, Statens isutvalg; overingeniør Eystein Sundby, Vegdirektoratet; forsøksleder Ivar Samset, Det norske skogforsøksvesen; direktør Bj. Rokling, Norges Lastebileierforbund; sekretær Olaf Skramstad, Norsk Skog- og Landarbeiderforbund; løytnant Person, Hærens transportkorps; med arbeidsinspektør Harry Bråthen fra Statens Arbeidstilsyn som sekretær.

Utvalget omtaler utførlig problemene omkring emnet, og gir detaljerte anvisninger for anlegg og kontroll av isvegene. Det gjøres også rede for de istykkelser en bør kreve for de forskjellige lassvekter, og slutter seg her til det svenske vegvesens ovenfor omtalte «Anvisninger».

Brosjyren anbefales på det beste for alle som har ansvar for kjøring på isen, en trafikk som jo alltid byr på betydelige faremomenter. At disse faremomenter ofte oversees eller undervurderes har en bevis for ved de hyppige ulykker som skjer i forbindelse med kjøring på isen, særlig utover etter vinteren og våren. Sby.

Noen forsøk på å beregne den naturlige ventilasjon i prosjekterte vegtunneler

Statsmeteorolog I Jon Knudsen

DK 622.42 : 624.192 : 656.11

I artikkelen er det gått ut fra noen meteorologiske målinger som ble tatt på tre steder på Røldalsfjellet, og de ytre drivende krefter for den naturlige ventilasjon av eventuelle tunneler gjennom fjellet er beregnet. En har så valgt tre typiske eksempler på mulige tunnelalternativer og beregnet den naturlige ventilasjon i disse. Ved hjelp av klimadata fra værstasjonen Svandalsflona er til slutt tunnelventilasjonens årlige variasjon funnet.

Innledning.

I Norsk Vegtidsskrift nr 11, 1954, er det blitt gitt en oversikt over de problemer som reiser seg i forbindelse med beregning av den naturlige ventilasjon av prosjekterte vegtunneler. Fremstillingen var svært generell og så bort fra en rekke spesialproblemer som vil dukke opp når en forsøker å beregne et reelt tilfelle. Under norske forhold må en kunne anta at visse termodynamiske effekter som kan tilbakeføres til høy geotemperatur, sterk solvarme etc., har mindre betydning eller kan neglisjeres helt, hvilket forenkler problemstillingen. Som en alminnelig regel kan det vel sies at såsant topografien er med i spillet ved genereringen av de ytre meteorologiske drivkrefter til ventilasjonen av en vegtunnel, og det er den jo i de fleste tilfeller, så må hvert tilfelle behandles individuelt, idet en foreløpig ikke kjenner noen lov som umiddelbart gir oss trykkfordelingen som funksjon av vindhastigheten i kupert terreng.

Her kunne en tenke seg, at en ved hjelp av værstasjonene som fortløpende måler de meteorologiske elementer en er interessert i, kan lage seg karter som viser den ønskede sammenheng. Men det er dessverre ikke slik. For dersom ikke særskilte interesser gjør seg gjeldende, såsom en flyplass eller lignende, har værstasjonene en avstand av 50—100 km mellom hverandre, og de er opprettet for å levere data til karttegning av fenomener hvis størrelsesorden er 100—1000 km, mens vi er interessert i størrelsesordenene 1—10 km. Det er derfor ingen veg utenom, det nødvendige beregningsgrunnlag må skaffes ved målinger på stedet. En annen sak er det, at en nærliggende værstasjon er ønskelig, ja nødvendig når en vil beregne frekvensen av de effekter en

kommer frem til ved bearbeidelsen av måleresultatene fra de oppsatte spesialstasjoner. Og værstasjonen må ha vært så lenge i drift, at dens observasjoner er blitt beregnet til klimatabeller.

Hvordan våre spesialmålinger skal etableres, avhenger av det enkelte prosjekt. Men, ettersom de krefter som settes inn i eventuelle kunstige ventilasjonssystemer er meget små i forhold til kraften som kan være bak den naturlige ventilasjon, er det klokt under alle omstendigheter å etablere meteorologiske målinger i områdene for prosjekterte portaler og sjaktåpninger, enten en planlegger en tunnel med eller uten mekanisk ventilasjon. Målingene vil kunne vise om en bør velge det ene eller det annet ventilasjonssystem, ettersom graden av ømfintlighet for ytre påvirkning er forskjellig ved de forskjellige systemer. Da luften inne i den prosjekterte tunnel vil bevege seg fra åpninger med overtrykk til åpninger med undertrykk, må en etablere målinger av vindretning og vindhastighet, lufttrykk og lufttemperatur, for å finne ut når lufttrykket er større ved den ene eller annen av åpningene og under hvilke omstendigheter dette inntreffer. Det er her tale om dynamiske lufttrykkdifferenser, dvs. målte lufttrykkdifferenser redusert for statiske lufttrykkdifferenser. Dette er meteorologisk sett små størrelser, ja i virkeligheten så små, at de ligger i grenseområdet for hva vanlige meteorologiske trykkmålere kan yde av detaljer ($0,1 \text{ mb} = 1 \text{ kg/m}^2$). Det er derfor maktpåliggende at målerrekken ikke strekker seg over for kort tid, da resultatene bare kan komme frem gjennom en statistisk behandling av materialet, idet den enkelte måling er belagt med for stor usikkerhet.

Det enkleste tilfelle å beregne er naturligvis en tilnærmet horisontal tunnel uten sjakter og tverrslag, særlig hvis de ytre omgivelser er noenlunde identiske omkring begge portaler. Her er det vesentlig vindeffekten som kan tenkes å gi noen ventilasjon. Noe mer komplisert blir det dersom samme tunnel blir lagt i sterk stigning.

Da kommer også temperatureffekten inn og en får problemet med situasjoner der den ene effekten kompenserer den andre, slik at ventilasjonen blir null for visse verdi-par av vindhastighet og lufttemperatur. Også den tilnærmet horisontale tunnel med en sentral sjakt gir ennå en noen lunde oversiktlig problemstilling, mens derimot et tilfelle som er særlig aktuelt hos oss, nemlig tunnelen langs fjellsiden med hyppige tverrslag, foreløpig må sies å være vanskelig å beregne. Ved dette naturlige ventilasjonssystem vil vindefekten og temperatureffekten arbeide dels med, dels mot hinannen mellom de forskjellige tverrslag på en måte som kan variere med dagstiden og årstiden, og med vindretning og styrke. Man kan imidlertid rent kvalitativt danne seg et bilde av hvordan den indre sammenheng er i denne mekanisme, og det kan være av interesse å komme tilbake til disse spørsmål ved en senere anledning.

Selv om en i dag ikke er istand til å beregne alle mulige ventilasjonsoppgaver, er det allikevel noen som det lønner seg å ta fatt på. Vi skal i det følgende vise et forsøk på noen slike enkle beregninger, og benytter materialet fra et av de få tilfeller hvor der foreligger meteorologiske observasjoner, organisert med dette formål for øye, nemlig fra Røldalsfjell langs Riksveg 340.

Terreng, klima og geotemperatur.

På Røldalsfjellet ble det høsten 1951, i forbindelse med aktuelle tunnelplaner satt igang målinger i nærheten av de prosjekterte portaler og sjaktåpninger. De tre stasjonene ble forsynt med håndvindmålere, feltvindretningsfløyer, slyngetermometer og aneroidbarometre. Stasjonene som ble betjent av vegvesenets folk, ble lagt i forhåndenværende brakker og hus ved Gårdvatn (862,64 m o. h.) på Seljestadjuvsiden, ved Elgersvatn (1064,52 m o. h.) og ved Solhaug Turiststasjon (872,02 m o. h.) på Røldalssiden. De alternativer vi

i det følgende vil beregne er bare regneeksempler og ikke identiske med offentlige planer.

Vi skaffer oss et vertikalsnitt gjennom fjellet og søker først å beregne geo-isotermenes beliggenhet i dette snitt. Til det må vi se oss om etter en nærliggende klimastasjon for å få tak i årsmidlet for lufttemperaturen omkring fjellet, for årsmidlet i lufttemperaturen er, som bekjent identisk med geotemperaturen i 15 m dybde. Herav kan geo-isotermene beregnes, etter en vertikal temperaturgradient av ca 3° pr 100 m. Til bedømmelse av temperaturforholdene omkring Røldalsfjellet er vi så heldig å ha to nærliggende klimastasjoner, nemlig Svandalsflona, 1048 m o. h., som med sine observasjonsrekker fra 1920 til idag gir et årsmiddel av + 0,1° C. Så har vi stasjonen Røldal, 430 m o. h., som var i drift i årene 1883—1902. Den har et årsmiddel av + 3,7° C. En regner med at Svandalsflona er representativ for et større område, og en ser da også at den vertikale temperaturgradient mellom stasjonene meget nær er normal, nemlig 0,6° pr 100 m. En må anta at temperaturen er lokalt influert i Seljestadjuvet, men hvor meget er ikke umiddelbart mulig å si. En kan regne med at temperaturgradienten Røldal—Svandalsflona også gjelder så noenlunde for Seljestad—Svandalsflona (unntagen i månedene mai—juli, da den muligens er noe større). For Elgersvatn kan en således bruke temperaturnormalene for Svandalsflona direkte (+ 0,1°), mens områdene omkring 870 m høyde kan formodes å ha et årsmiddel på + 1,3° C. Regner vi deretter med normal midlere vertikal lufttemperaturgradient fremkommer den fordeling av luftisotermene som er vist i snittet på fig. 1. Dermed er også geoisotermene gitt, idet vi anvender det som ble nevnt ovenfor. Vi kan nå beregne midlere tunneltemperaturer i de forskjellige alternativer som vi måtte ville undersøke. Dette gjør vi grafisk ved hjelp av fig. 1.

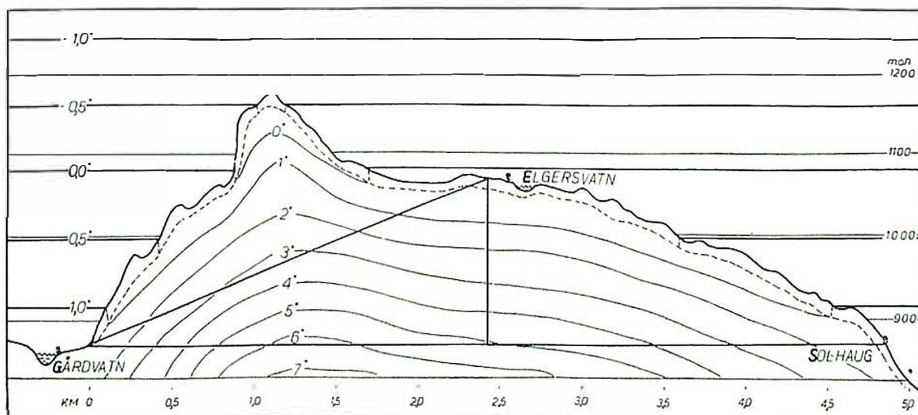


Fig. 1. Vertikalsnitt gjennom Røldalsfjellet, med luft- og geoisotermene.

Aerodynamiske betingelser.

De tre alternativer vi vil undersøke, definerer vi slik: Alternativ A, en kvasihorizontal tunnel i 870 m o. h. mellom Gårdvatn og Solhaug. Alternativ B, en tunnel fra samme NV-portal ved Gårdvatn til et punkt NV for Elgersvatn i k. 1070. Dette alternativ har noe sterk stigning, men kan lett gjøres mer realistisk ved å forlenge det litt mellom de samme portaler. Ventilasjonsteknisk sett spiller dette ingen avgjørende rolle. Alternativ C er lik alternativ A, men med en vertikal sjakt som munner ut ved øvre portal i alternativ B. Sjakten ligger i midtpunktet for alternativ A og er 200 m lang. Midlere geotemperatur er for alternativ A: 4,14°, alternativ B: 2,13° og for sjakten i alternativ C: 2,35°. Disse temperaturer har betydning for den termisk betingede ventilasjon av tunnelene. Vi velger et tunneltverrsnitt som er summen av et rektangel 8,00 · 1,85 m² og en halvsirkel $\frac{1}{2}\pi \cdot 4,00^2$ m². Dette gir et samlet tverrsnitt $F = 40,0$ m² og en omkrets $U = 24,3$ m. For full-trafikk-tunnel skaffer vi oss det for ventilasjonen disponible tverrsnitt ved å redusere høyden med 2,5 m nedefra. Dette gir $F = 20,0$ m² og $U = 19,3$ m. For sjakten regner vi et sirkulært tverrsnitt med $F = 30,0$ m² og $U = 19,4$ m. Til friksjonskoeffesienten er brukt verdien $\lambda = 0,050$, og vi får da de aerodynamiske data som er stillet sammen i tab. 1.

Tabell 1. Data for tre prosjekterte alternativer. L, F, U og F_w er henholdsvis lengde, tverrsnitt, omkrets og ekvivalent tverrsnitt.

Prosjekt	Trafikk	Lm	Fm ²	Um	$F_w = \frac{F}{\sqrt{\frac{\lambda}{4} \cdot \frac{U}{F} \cdot L}}$
Alt. A	tom	4850	40,0	24,3	6,6
	full	4850	20,0	19,3	2,6
Alt. B	tom	2600	40,0	24,3	9,0
	full	2600	20,0	19,3	3,6
$\frac{1}{2}$	tom	2425	40,0	24,3	9,3
Alt. A	full	2425	20,0	19,3	3,7
Sjakt	—	200	30,0	19,4	23,7

Ser vi bort fra de trykktap som oppstår ved portalene, vil ventilasjonen Qm³/s være gitt ved trykkdifferensen mellom portalene, Δp kg/m².

$$Q = F_w \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p}$$

Dette gjelder for alternativene uten sjakt, altså A og B, slik det er fremstillet i fig. 2.

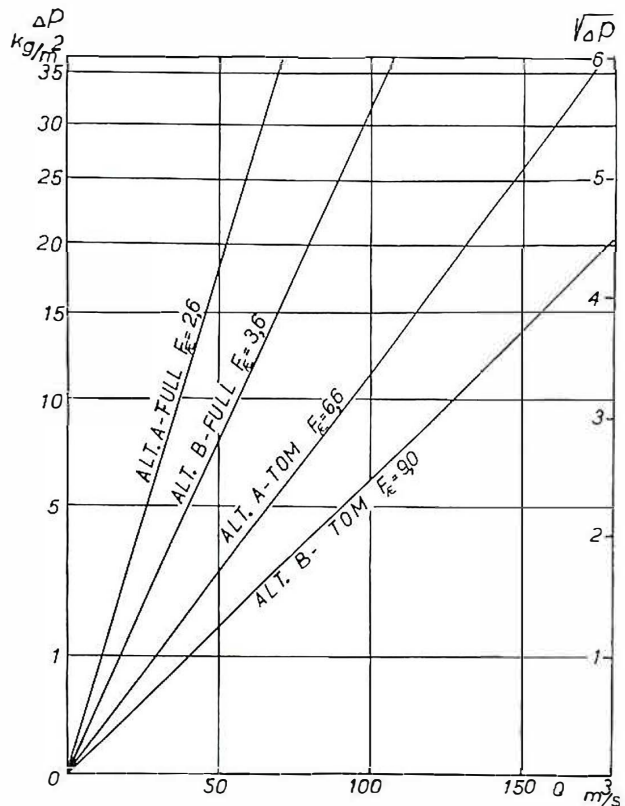


Fig. 2. Ventilasjonen Q m³/s som funksjon av trykkfallet Δp kg/m² gjennom tunnelene A og B.

Ved denne figuren er funksjonsmålestokken for $\sqrt{\Delta p}$ benyttet som ordinat, hvorved kurvene for sammenhengen mellom trykkfall og ventilasjon blir rettlinjete. En bemerker den store forskjell i ventilasjonen ved „tom” og ved „full” tunnel. Full tunnel forutsetter selvsagt like stor trafikk i begge retninger (vognavstand ca 20 m).

Interessantere, men også mer komplisert er alternativ C. Vi kaller det dynamiske trykk ved foten av sjakten for p_k , de dynamiske trykk ved portalene henholdsvis p_S og p_G og ved sjaktens øvre utløp p_E ; videre trykkfallene gjennom de to tunnelhalvdeler for Δp_S og Δp_G og gjennom sjakten for Δp_E . Da kan de seks betingelsesligningene for de seks strømningsmuligheter gjennom systemet skrives

$$p_k = p_S \pm \Delta p_S = p_G \pm \Delta p_G = p_E \pm \Delta p_E$$

hvor

$$\Delta p_S = \frac{\rho}{2} \frac{Q_S^2}{F_{wS}^2}, \quad \Delta p_G = \frac{\rho}{2} \frac{Q_G^2}{F_{wG}^2} \quad \text{og} \quad \Delta p_E = \frac{\rho}{2} \frac{Q_E^2}{F_{wE}^2}$$

Her er ρ lufttettheten som vi setter lik 0,1, Q_S , Q_G og Q_E er de luftmengder som strømmer inn eller ut portalene ved Solhaug og Gårdvatn og sjaktåpningen ved Elgersvatn. Mellom disse størrelser består også kontinuitetsligningene

$$Q_S \pm Q_G \pm Q_E = 0$$

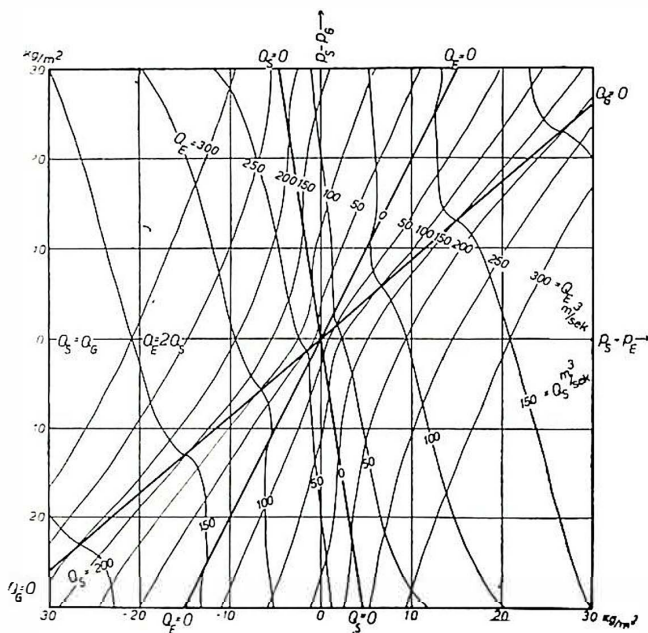


Fig. 3. Nomogram til beregning av ventilasjoner i Røldalsfjelltunnelen, alternativ C.

Forutsetter vi at det ekvivalente tverrsnitt for de to tunnelhalvdeler er lik $F_{\omega S} = F_{\omega G} = F_{\omega}$, og kaller $F_{\omega E} = F_E$, så får vi etter eliminasjon

$$Q_G = F_{\omega} \sqrt{F_{\omega} \pm \frac{2}{\rho} (p_S - p_G) \pm \frac{Q_S^2}{F_{\omega}^2}}$$

og

$$Q_E = F_E \sqrt{\pm \frac{2}{\rho} (p_S - p_E) \pm \frac{Q_S^2}{F_{\omega}^2}}$$

Dette vil ved kontinuitetsligningen gi seks bevegelsesligninger, som vi forkortet skriver

$$Q_S \pm F_{\omega} \sqrt{\pm \frac{2}{\rho} (p_S - p_G) \pm \frac{Q_S^2}{F_{\omega}^2}} \pm F_E \sqrt{\pm \frac{2}{\rho} (p_S - p_E) \pm \frac{Q_S^2}{F_{\omega}^2}} = 0$$

Disse ligninger lar seg ikke løse ved rasjonelle metoder, men dette er i og for seg ikke påkrevet for vårt formål. Vi beregner derimot et nomogram, og da dette er et brymsomt arbeid og det her bare gjelder en demonstrasjon av metodene, nøyer vi oss med å beregne nomogrammet for tom tunnel. De ventilasjoner vi finner er derfor maksimumstørrelser.

Nomogrammet har trykkdifferensen $p_S - p_G$ som ordinat og $p_S - p_E$ som abscisse. Det inneholder to kurvesystemer, nemlig $Q_S = \text{konst.}$ og $Q_E = \text{konst.}$ Dessuten finner vi tre karakteristiske rette linjer gjennom origo, nemlig $Q_S = 0$, $Q_E = 0$ og $Q_S = Q_E$, dvs. $Q_G = 0$. Nomogrammet er sym-

metrisk om hver av disse tre rette linjene, såvel som om en hvilken som helst annen rett linje gjennom origo. Hver av linjene deler nomogrammet i to deler, slik at alle punktene på den ene side gir innstrømning gjennom vedkommende portal eller sjaktåpning, mens punktene på den annen side av den rette linje gir utstrømning. Således finner vi nomogrammet inndelt i seks felter, slik det er vist i fig. 4, hvor hver av feltene inneholder $(p_S - p_E)$, $(p_S - p_G)$ —kombinasjoner, som gir en av de seks mulige strømningskombinasjoner. Kjenner vi de ytre trykkdifferenser som funksjon av andre meteorologiske elementer, kan vi ved hjelp av nomogrammet finne både hvor meget luft som vil strømme gjennom sjakt og portaler, og hvilken veg den vil strømme. Det neste trinn blir derfor å studere de meteorologiske data som ble samlet høsten 1951 på de tre tidligere nevnte stasjoner omkring Røldalsfjellet, for å finne de ytre trykkdifferenser.

Meteorologiske betingelser.

Erfaringen viser at en luftstrøm gjennom en dal blir dessto sterkere jo mer loddrett dalen står på den øyeblikkelige isobar-retning på værkartet, mens luftstrømmen i den fri atmosfære stort sett løper langs isobarretningen. Vi forutsetter at denne regel også gjelder for det passet som Riksveg 340 ligger i over Røldalsfjellet, altså Seljestadjuvet—Elgersvatn—Røldal, at vi altså får de største trykkdifferenser når vinden blåser langs passretningen. Vi deler derfor materialet i to grupper etter vindretningen observert ved Elgersvatn.

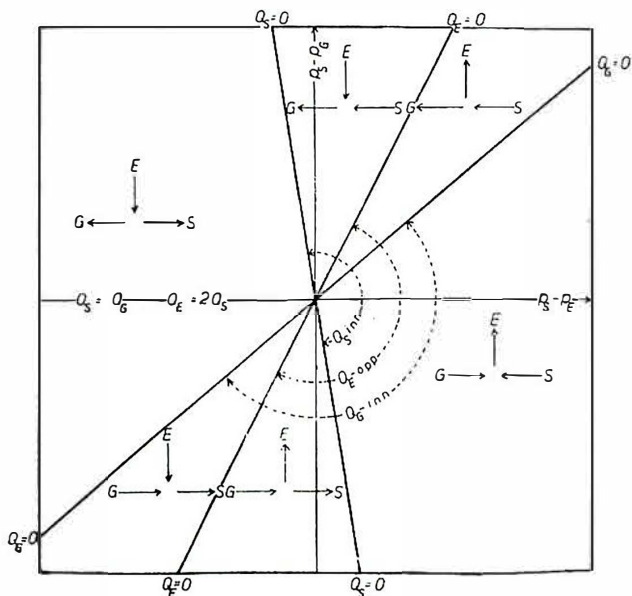


Fig. 4. Oversikt over strømningskombinasjonene i nomogrammet fig. 3.

Tabell 2. Oversikt over observasjonsmaterialet fra Røldalsfjellet høsten 1951. Indeks E står for Elgersvatn, S for Solretning 27—36. haug og G for Gårdvatn.

Hastighetstrinn m/s	N antall	\bar{V}_E m/s	\bar{T}_E °C	\bar{P}_E mb	\bar{T}_S °C	$\bar{P}_S - \bar{P}_E$ mb	\bar{T}_G °C	$\bar{P}_G - \bar{P}_E$ mb
0,1— 2,0	14	1,3	5,0	895,2	7,4	21,1	9,9	22,7
2,1— 4,0	14	3,0	6,0	896,5	8,1	21,3	10,0	22,7
4,1— 6,0	13	4,5	5,0	891,5	7,1	21,0	9,6	22,8
6,1— 8,0	5	6,8	3,2	878,1	6,2	20,5	9,4	22,8
8,1—10,0	1	8,5	3,5	873,5	5,5	21,3	6,0	20,8

Retning 09—18

Hastighetstrinn m/s	N antall	\bar{V}_E m/s	\bar{T}_E °C	\bar{P}_E mb	\bar{T}_S °C	$\bar{P}_S - \bar{P}_E$ mb	\bar{T}_G °C	$\bar{P}_G - \bar{P}_E$ mb
0,1— 2,0	16	1,0	4,6	898,8	6,6	21,3	8,7	22,6
2,1— 4,0	20	2,7	5,2	895,9	6,5	21,4	7,7	22,8
4,1— 6,0	20	4,9	8,0	893,6	9,4	21,2	10,0	22,3
6,1— 8,0	20	6,6	7,7	892,7	8,4	21,3	11,8	22,2
8,1—10,0	7	8,7	9,2	887,2	10,5	21,4	11,6	22,3
10,1—12,0	5	10,3	7,8	888,4	9,7	21,3	9,8	21,5
12,1—14,0	3	13,4	8,3	886,8	10,2	21,7	10,0	22,1

Den ene gruppen inneholder de observasjoner som er tatt ved vindretningene mellom vest og nord (retning 27—36), mens den andre gruppe inneholder observasjoner tatt ved vindretninger mellom øst og syd (retning 09—18). Inndeler vi samtidig stoffet i trinn på 2 m/s etter vindhastigheten målt ved Elgersvatn, får vi de midlere data som står i tab. 2. Som en ser er antallet tilfeller (N) i hver gruppe forholdsvis lite, men heldigvis ga en videre bearbeidelse av stoffet allikevel de herskende lovmessigheter med tilstrekkelig tydelighet. Noen særlige ekstreme verdier ble der ikke målt hverken i vindhastighet (\bar{V}_E) lufttemperatur (\bar{T}_E , \bar{T}_S , \bar{T}_G) eller lufttrykk (\bar{P}_E , $\bar{P}_S - \bar{P}_E$, $\bar{P}_G - \bar{P}_E$) eller deres middelveier (markert ved middelveidistreken over bokstaven). Det kunne nok ha vært ønskelig med noen høyere vindhastigheter, idet det særlig er vindens betydning for ventilasjonen en er interessert i, men snøforholdene stengte vegen om høsten, før virkelig sterk vind ble målt.

I tab. 2 er de midlere målte lufttrykk og deres differenser ført opp. Vi er imidlertid interessert i dynamiske trykkdifferenser og må derfor redusere trykket for den statiske trykkdifferens, eller vekten av luften mellom stasjonenes nivåer. Dette kan vi gjøre ved formelen

$$\Delta P = \frac{\Delta H (P_1 + P_2)}{c(t)}, \quad c(t) = 15982 (1 + at) m$$

Her er ΔP den statiske trykkdifferens, ΔH er de to stasjoners høydeforskjell, P_1 og P_2 deres målte

lufttrykk, og $c(t)$ en funksjon av luftøyrens middeltemperatur t og luftens termiske utvidelseskoeffisient (se F. Linke: Meteorologisches Taschenbuch).

Den dynamiske effekt.

Etter at vi således har redusert lufttrykket, korrelerer vi de dynamiske lufttrykksdifferenser $p_S - p_E$ og $p_S - p_G$ med hastighetsobservasjonen, idet vi går ut fra at trykkdifferensen er proporsjonal med den kinetiske energi pr m^3 av den luften som strømmer gjennom skaret, altså proporsjonal med kvadratet av hastigheten målt ved Elgersvatn. Det viser seg at dette er en brukbar arbeidshypotese, og en også kan ettervise at proporsjonalitetsfaktoren meget nær er en funksjon av den horisontale avstand mellom stasjonene, noe som selvsagt er en tilnærming. Analysen ga for NV-vind

$$p_1 - p_2 \approx 1,000 l \frac{\rho}{2} v^2$$

og for SØ-vind

$$p_1 - p_2 \approx 0,286 l \frac{\rho}{2} v^2$$

hvor l er den horisontale avstand mellom et hvilket som helst av stasjonsparene i km, og $p_1 - p_2$ den tilsvarende dynamiske trykkdifferens i kg/m^2 ($1 \text{ mb} = 10 \text{ kg/m}^2$). Vi må her minne om at resultatet bare gjelder for verdier opp til midlere hastigheter, det kan godt være at analysen ville gitt konstanter noe avvikende fra de som nå er funnet, dersom observasjonsrekken hadde vært lenger. Det prinsipielle ved saken, nemlig den

store forskjell mellom konstanten for NV- og SØ-retning vil imidlertid neppe endres. Den er sannsynligvis et uttrykk for luftens stabilitet, idet det stemmer med vanlig erfaring at alle hjørneeffekter blir mer utpreget i stabile luftmasser. Uttrykkene for trykkdifferensen sier da også at en ved en gitt trykkdifferens får mindre vind over toppen ved NV- vind enn ved SØ-vind. Omvendt vil en gitt vindhastighet på toppen gi større trykkdifferens over fjellet ved NV-lig enn ved SØ-lig vind, hvilket vil si at en eventuell tunnel gjennom fjellet vil få mer trekk ved NV-vind enn ved SØ-vind av samme styrke. Dette gjelder en tunnel uten sjakt. Men en tunnel med sentral sjakt vil oppføre seg på samme måte. Da nemlig trykkdifferensen tilnærmet er proporsjonal med den horisontale avstand mellom stasjonene, så vil

$$p_S - p_G \approx 2(p_S - p_E)$$

Sammenligner vi med vårt nomogram ser vi at linjen $Q_E = 0$ tilfredsstiller denne betingelse og vi må altså slutte at når ventilasjonen av tunnelen skyldes den dynamiske effekt, så vil der i vårt eksempel bli lite eller ingen trekk i sjakten. Problemet tilbakeføres altså i dette tilfelle til tunnelalternativet A og ventilasjonen må altså bli den samme, enten en har sjakt eller ikke. Dette lar seg også kontrollere ved å sammenligne figurene 2 og 3.

Tabell 3. Dynamiske trykkdifferenser mellom stasjonene G, E og S ved vindhastigheter målt ved stasjon E.

v _E m/s	SØ-vind		NV-vind	
	$p_S - p_E$ og $-(p_G - p_E)$	$p_S - p_G$	$p_S - p_E$ og $-(p_G - p_E)$	$p_S - p_G$
	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²
5	0,9	1,8	— 3,0	— 6,0
10	3,5	7,0	— 12,1	— 24,2
15	7,9	15,8	— 27,3	— 54,6
20	14,0	28,0	— 48,5	— 96,8

Den dynamiske effekt gir trykkdifferenser som vist i tabell 3. Verdiene kan anvendes som beregningsgrunnlag ved alle de tre valgte tunnelalternativer. En må igjen reservere seg hva angår resultatene ved store vindhastigheter. Men disse verdiene er imidlertid ikke av særlig betydning, da store hastigheter ikke forekommer så hyppig at de spiller noen fremtredende rolle ved vurderingen av mulighetene for tunnelenes naturlige ventilasjon. Ved å kombinere tab. 3 med fig. 2 og fig. 3 kan vi finne de ventilasjonsmengder som er å vente ved de forskjellige vindstyrker.

Kamineffekten.

Kaller vi den dynamiske trykkdifferens mellom to stasjoner $p_1 - p_2$, deres høydeforskjell h , midlere statisk trykk i luftsøylen mellom stasjonens nivåer p_m , middeltemperaturen t_y i luftsøylen mellom stasjonenes nivåer og midlere geotemperatur t_g langs en tunnel eller sjakt mellom stasjonene, så er

$$p_1 - p_2 = \frac{p_m \cdot h}{8000 \cdot 273} (t_y - t_g)$$

Dette er et uttrykk for kamineffekten og vi forsøker å beregne den for våre tunnelalternativer. Da alternativ A har et kvasihorisontalt forløp opptrer ikke kamineffekten, derimot gjør den det i alternativene B og C. Vi går ut fra verdiene for stasjonen Elgersvatn, som ligger omtrent i samme nivå som Svandalsflona og benytter derfor Svandalsflonas midlere lufttrykk 888,4 mb. Dette gir tilnærmet $p_m = 9000 \text{ kg/m}^3$ for midtpunktet i den luftsøyle vi betrakter. Høydeforskjellen mellom Elgersvatn og de to portalstasjoner er $h = 200 \text{ m}$, dermed blir konstanten i formelen

$$\frac{p_m \cdot h}{8000 \cdot 273} = 0,824$$

Som utgangspunkt for beregningene av trykkdifferensen velger vi lufttemperaturintervall på 10° C , mellom $+30^\circ$ og -20° . For å finne middeltemperaturen i luftsøylen må vi gjøre en ansats om luftens stabilitet og velger absolutt instabilitet ($-1^\circ/100 \text{ m}$) ved $+30^\circ$ og temmelig stabile forhold ($+1^\circ/100 \text{ m}$) ved -20° . Under disse forutsetninger får vi de dynamiske lufttrykkdifferenser som er stillet sammen i tab. 4. Da geoisotermflaten ikke fordeler seg symmetrisk omkring vårt alternativ C, blir trykkforskjellen forskjellig over de to tunnelhalvdeler, selv om de ytre forhold forutsettes lik på begge sider av fjellet. Det kan naturligvis tenkes noe større muligheter for ansamling av kaldluft om vinteren ved Gårdvatn enn ved Solhaug, og det kan også tenkes at solen vil avstedkomme en noe høyere lufttemperatur ved Solhaug enn ved Gårdvatn om sommerformiddagen og omvendt om sommerettermiddagen, men vi ser her bort fra det.

Ytre drivende krefter.

Kamineffekten vil i vårt nomogram fig. 3 kunne tegnes som en funksjonsmålestokk langs den rette linje

$$p_S - p_G = -0,6$$

Tabell 4. Dynamiske lufttrykkdifferanser mellom stasjonene G, E og S som følge av kamineffekten.

t ved stasjon E	dt/ /100 m	\bar{t}_v	Alt. B,	Alt. C,	Alt. C,	Alt. C.
			$i_y = 2^\circ,13$	$i_y = 4^\circ,05$	$i_y = 3^\circ,32$	
			$(p_G - p_E)$ kg/m ²	$(p_G - p_E)$ kg/m ²	$(p_S - p_E)$ kg/m ²	$(p_S - p_G)$ kg/m ²
30°	-1,0°	31,0°	-23,8	-22,2	-22,8	-0,6
20°	-0,7°	20,7°	-15,3	-13,7	-14,4	-0,7
10°	-0,5°	10,5°	-6,9	-5,3	-5,9	-0,6
0°	0,0°	0,0°	1,7	3,3	2,7	-0,6
-10°	+0,5°	-10,5°	10,4	12,0	11,4	-0,6
-20°	+1,0°	-21,0°	17,4	20,7	20,0	-0,7

Hadde geoisotermflatene ligget symmetrisk om sjakten, ville vi ha fått

$$p_S - p_G = 0 \text{ eller}$$

$$Q_S = Q_G, \text{ dvs. } Q_E = 2 Q_S$$

I fig. 5 er både funksjonsmålestokkene for kamineffekten og vindeffekten tegnet inn. Det er det samme $(p_S - p_E, p_S - p_G)$ - systemet som i fig. 4 og fig. 3, og det kan nå fortelle oss hvilken av de seks mulige strømningsformer vi får i vårt tunnel-sjaktssystem for en vilkårlig valgt kombinasjon av vindretning, vindhastighet og temperatur ved stasjonen Elgersvatn. Funksjonsmålestokkene gir oss et skjev vinklet (t, v) - system og vi kan nå også for enhver kombinasjon av temperatur og vind (t, v) målt ved Elgersvatn, finne ikke bare strømningsretningen, men også de tilhørende verdier av $(p_S - p_E, p_S - p_G)$, og ved hjelp av fig. 3 finne de tilhørende ventilasjonsstørrelser Q_S og Q_E . Ved kontinuitetslikningene er derved også Q_G bestemt.

Her vil vi igjen minne om de to rette linjene $Q_S = 0$ og $Q_G = 0$, som angir nullventilasjon i hver sin halvdel av tunnelen. Av fig. 5 ser man uten videre hvilke temperaturvindkombinasjoner målt ved Elgersvatn som ville gitt enten $Q_S = 0$ eller $Q_G = 0$. Ved å ta utgangspunkt i en vilkårlig Q-kurve i nomogrammet fig. 3, (for eksempel $Q_S = 100$), kan vi like enkelt ved fig. 5 finne hvilke (t, v) - kombinasjoner målt ved Elgersvatn ville kunne gitt denne ventilasjonen i tunnelen. Disse tall gjelder tom tunnel. Skulle vi beregne de tilsvarende kombinasjoner for full tunnel, så

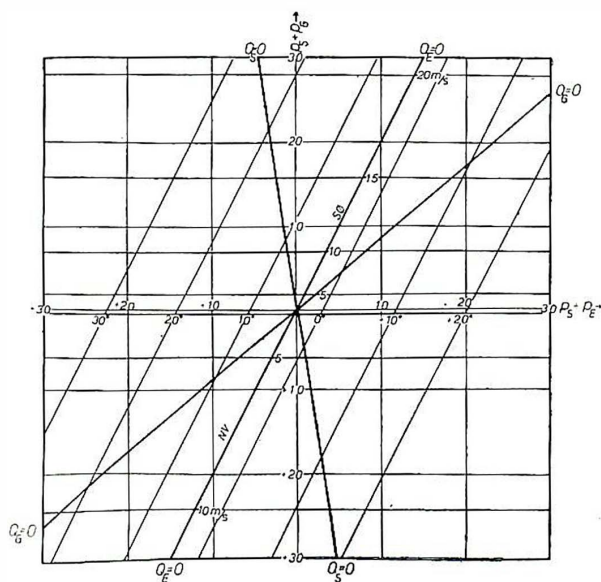


Fig. 5. Nomogrammet for alt. C med inntegnede funksjonsmålestokker for vindeffekten og kamineffekten.

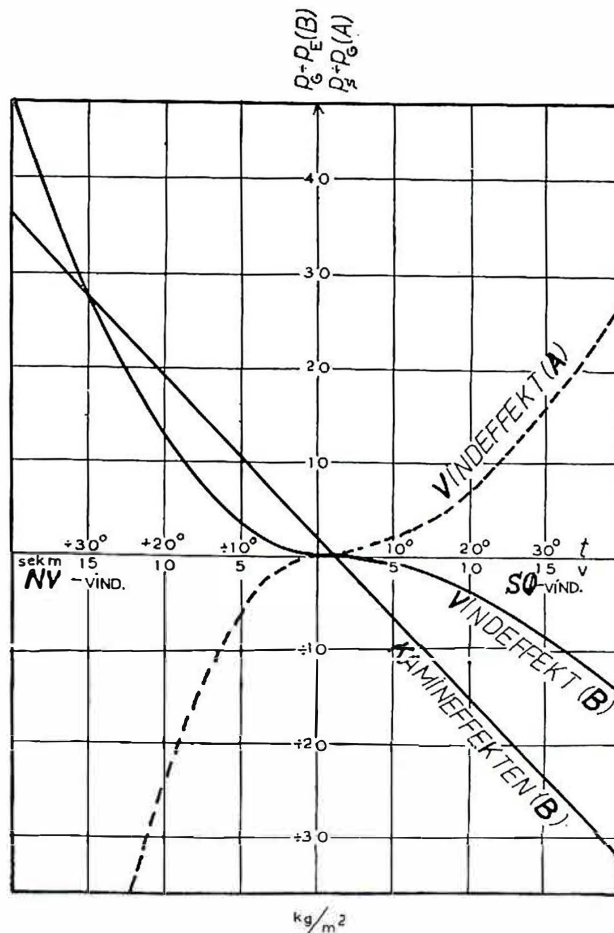


Fig. 6. Vindeffekten og kamineffekten ved alt. B, og vindeffekten ved alt. A.

måtte vi starte igjen fra begynnelsen og finne et nytt nomogram fig. 3, bygget på nye konstanter. Det ville nok ligne fig. 3, men Q -kurvene ville ha et litt annet forløp.

Adskillig enklere og oversiktligere er forholdene ved vårt alt. B. I fig. 6 har vi tegnet opp verdiene for kamineffekten og vindeffekten, den ene med den dynamiske trykkdifferens ($p_G - p_E$) som funksjon av temperaturen ved Elgersvatn, den andre med ($p_G - p_E$) som funksjon av vindhastigheten målt ved Elgersvatn. Diagrammets venstre del gjelder ved NV-vind eller kuldegrader, dets høyre del gjelder ved SØ-vind eller varmegrader. Positive verdier for ($p_G - p_E$), altså diagrammets øvre del gir trekk oppover i tunnelen, mens negative verdier for ($p_G - p_E$), altså diagrammets nedre del gir trekk nedover. Går vi ut fra en eller annen temperatur eller vind ved Elgersvatn, kan vi ved hjelp av fig. 6 finne den trykkdifferens ($p_G - p_E$) kamineller vindeffekten gir og ved hjelp av fig. 2 finne de aerodynamisk bestemte luftmengder Q som pr tidsenhet strømmer gjennom tunnelen. Som før nevnt, ser vi at kamineffekten og vindeffekten kan oppheve hinannen. Ifølge fig. 6 vil f. eks. $v = 15$ m/s SØ-vind balansere effekten av $t = -7^\circ$ C med ± 8 kg/m³, og $v = 10$ m/sek NV-vind vil kompensere $t = 15^\circ$ med ± 12 kg/m³. Som ved alternativ C kan vi gå ut fra en hvilken som helst ventilasjonsstørrelse Q , finne det tilsvarende trykkfall Δp ved fig. 2, sette dette identisk med ($p_G - p_E$) og ved hjelp av diagrammet i fig. 6 finne alle mulige kombinasjoner av t og v som gir dette ventilasjonstrinn. (Forts.)

Ingen Volkswagenproduksjon i U.S.A.

Volkswagenwerke har latt sine planer om samlefabrikk i U.S.A. falle. Man var gått så langt som til innkjøp av et fabrikkannlegg, men senere undersøkelser antyder at planene ikke kunne realiseres uten at det ville medføre prisstigning eller nedgang i kvaliteten. Nettopp en overkommelig pris og god kvalitet i håndverk såvel som i materialer er blant Volkswagens viktigste fortrinn, og driftsledelsen besluttet derfor å fortsette eksporten til U.S.A. av ferdigbygde vogner fra Tyskland. I 1955 ble det solgt 35 000 Volkswagen i U.S.A., og man mener seg istand til å selge 60 000 vogner i år. Den videre utvikling blir derfor konsentrert om det amerikanske forhandlernet og serviceorganisasjon. (Motorliv nr 2, 1956.)

Ny vegsjef i Sogn og Fjordane fylke



Som ny vegsjef i Sogn og Fjordane fylke, etter vegsjef Torp som er overført til Vestfold fylke, er ansatt nåværende avdelingsingeniør i Rogaland, Egil Abrahamsen med tiltredelse 1. juli f.k.

Avdelingsingeniør Abrahamsen er født i 1903 og er uteksaminert bygningsingeniør fra N. T. H. i 1927.

Etter endt utdanning var han ansatt i en del private firmaer, deretter 3 år i Canada og ved tilbakekomsten derfra i 1933 begynte han i vegvesenet og har hele tiden siden arbeidet der. Han har tjenestegjort som assistentingeniør i Oppland og som avdelingsingeniør i Oppland, Sogn og Fjordane og Rogaland fylker.

Norsk Vegtidskrift gratulerer med utnevnelsen!

Personalia

Ansettelse i vegvesenet.

Som avdelingsingeniør I ved vegadministrasjonen i Telemark fylke er ansatt Jens Øiestad.

Som avdelingsingeniør I ved vegadministrasjonen i Nord-Trøndelag fylke er ansatt Harald Bonesvoll.

Litteratur

Dansk Vejtidskrift nr 2, 1956.

Innhold: Jordstabilisering. — Udførelse af stabiliserede belægninger. — Nye jordstabiliseringsmidler. — Stabilisering af en vanskelig jordart. — Nyt stenmateriale til tæppebelægninger.

Dansk Vejtidskrift nr 3, 1956.

Innhold: Forslag til vejlove og motorafgiftslove. — Asfaltbitumens sammensætning og egenskaber. — Nye bøger. — A. L. Hagensen. — Fra domstolene.

Svenska Vägföreningens Tidskrift nr 2, 1956.

Innhold: *Vägbyg och stamvägnät*. Inledningsanförande vid vägföreningens vägdag i Stockholm den 15. mars av generaldirektör K. G. Hjort. — *Preliminärt förslag till stamvägnät*. Föredrag av vägdirektör F. H. Ejerstad. — *Filer för hastighetsförändring enligt amerikanska normer* av civilingenjör G. Kullström. — *Tjälgränsmätare* av väggeolog R. Gandahl. — *Motorvägen och landskapet* av trädgårdsarkitekt H. Segerros. — *Vägarna — var mans angelägenhet*. — *Från riksdagen*. — *Från departement och verk*. — *Föreningsmeddelanden*: Skrivelse till Konungen angående upprustning av vägforskningen m. m. — *Ur fackpressen*.

REDAKSJON: Vegdirektoratet, Schwensensgt. 3—5, Oslo. — UTGIVER: Teknisk Ukeblad.

Abonnementspris kr 15,— pr år. Vegvesenfunksjonærer kr 5,— pr år.

Abonnement- og annonseavdeling, Ingeniørenes Hus, Oslo. Tlf. 41 71 35.