

REFERANSESIDE

Rapportens tittel: 300. kV KRAFTLEDNING DALE - FANA REVURDERING AV IS- OG VINDLASTER	Dato: 29.11.1984 Rapporten er: Fortrolig
Saksbehandlere: SVEIN M. FIKKE <i>Svein M. Fikke</i>	Prosjektnr.: 280086.00 Arkivnr.: 8 32 30 79 Antall sider: 13 Opplag: 12

Faglig ansvarlig: BJØRN AUNE Fagsjef Klimaavdelingen DNMI <i>Bjørn Aune</i>
--

Oppdragsgiver: BERGENSHALVØENS KOMMUNALE KRAFTSELSKAP	Oppdragsgivers ref.: KN/GK A.611.132
---	--

<small>4 emneord & maksimum 23 karakterer</small> KRAFTLEDNING	KLIMALASTER
BKK	ISMÅLINGER

Referat: De islastene og vindhastighetene som er satt iflg. nåværende praksis avviker lite fra dimensjoneringsgrunnlaget. Største islast er satt til 15 kg/m. Målinger av islast er foreslått.
--

300 KV KRAFTLEDNING DALE - FANA
REVURDERING AV IS- OG VINDLASTER

1. Innledning

Etter havari av 300 kV ledningen Dale - Fana på Repparåsen i Arna den 14.12.1982, ble DNMI bedt om å analysere værforholdene. Etter avtale ble DNMI's rapport oversendt sivilingeniør Jørgen Madsen i brev av 03.02.1983. Denne rapporten inneholdt også en sammenligning med været den 09.03.1979 da det var havari på samme sted.

I tillegg ble DNMI bedt om å utføre en nøyere analyse av det meteorologiske datamaterialet for å lete etter flere sammenlignbare situasjoner. Rapport om dette ble sendt 06.02.1984.

Siden disse rapportene inneholder de viktigste bakgrunnsdataene for vurderingen av islaster i dette området, er de tatt med her som vedlegg 1 og 2.

Det har vært BKK's forutsetning at hele ledningen Dale - Fana skulle revurderes etter synfaring av de utsatte partiene over Osterøya. Denne synfaringen ble foretatt den 26.05.1984.

2. Tidligere dimensjoneringsgrunnlag

Det opprinnelige dimensjoneringsgrunnlaget finnes i rapport fra statsmeteorolog Håkon Råstad av 26.05.1971 (vedlegg 3).

Under den endelige prosjekteringen ble lasten justert noe. Justeringen var delvis en harmonisering med "Normene", og delvis ble islastene øket noe over de mest utsatte partiene. Vedlegg 4 inneholder en tabell over de islastene og vindtrykkene som er oppført i mastelistene.

3. Tallskala og minimumslaster

Det eksisterer som kjent ingen sikre metoder for å beregne klimalaster nøyaktig. Spesielt stor usikkerhet er knyttet til islastene, som må fastsettes ut fra skjønn og tidligere erfaringer. Små variasjoner i

laster satt for samme ledning av to personer kan også være et uttrykk for forskjellig bruk av tallene for samme isingsnivå.

Graderingen i tallskalaen bør være i overensstemmelse med usikkerheten. Det har i praksis vært antatt en usikkerhet på 20%, og tilsvarende blir følgende gradering nyttet for islastene:

4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 15, 18, 20, 25, ... kg/m.

Som nevnt er en del klimatiske forhold i området omtalt i vedleggene 1 og 2. I tillegg er det skrevet en rapport om 300 kV ledningen Samnanger - Fana til BKK. Klimavurderingene er derfor utelatt her. Det skal bare nevnes at minimumslasten langs kysten av Vestlandet vanligvis settes til ca 7 kg/m. Der vindens normalkomponent er relativt liten (≤ 35 m/s) eller der forholdene ellers er gunstige, har det vært brukt 5-6 kg/m.

4. Vurderinger av ledningen

Vind- og islaster for ledningen står oppført i tabell 1.

Øst for Veafjorden går ledningen i et trangt dalføre. Dalevågen krysses med ett spenn på 1672 m (M5-M6), og spennet over Veafjorden er 1484 m langt (M9-M10). Det første krysser dalen på skrå og er bra skjermet, men en må ta noe hensyn til lokal forsterkning gjennom dalen i sørvestlig vind og eventuelle nedslag av vind fra sørøst og nordvest. Det andre spennet er åpent i nord-sør retningen.

Begge disse langspennene er dimensjonert for 4 (3,9) kg/m islast, mens vindens normalkomponent var satt til henholdsvis 28 og 30 m/s i Råstads rapport. I denne avstanden fra kysten er det neppe grunn til å regne med høyere vindhastighet enn 30 m/s (fra sør) som gjennomsnittsverdi for spennet over Veafjorden. Med de 28 m/s som er gitt for spennet over Dalevågen er det sannsynligvis tatt rikelig hensyn til eventuelle forsterkningseffekter lokalt.

Vestover fra M10 går ledningen i meget godt skjermet terreng mot Austrevatn, men herfra blir det mer åpent mot nordvest. På vei opp mot Flatafjell bør lastene økes allerede fra mast 27 fordi ledningen blir mer åpen herfra både mot sør og nordvest. Over Flatafjellet var islasten i Råstads rapport satt til 10 kg/m, mens den er beregnet til 12 kg/m ifølge mastelisten. På det høyeste går traseen opp i vel 550 m, og det er noe dekning av høyere terreng mot SØ. 10 kg/m islast her i denne høyden stemmer bra med vanlig praksis.

Det høyeste og mest utsatte partiet på hele ledningen er

over Grønfjell. Høyeste punkt er på kote 655 (M38 og M39). Her er det ingen dekning lokalt, og det er ubetydelig fjerndekning i sektoren SØ-NV. Over ca kote 600 må islasten økes utover 10 kg/m, men såpass nær kysten hvor temperaturen er relativt høy er det neppe grunn til å gå over 15 kg/m. I Råstads rapport var det satt 14 kg/m, mens det etter mastelisten er dimensjonert for opptil 18 kg/m (M38 - M39).

Vest for M41 får ledningen bedre bakgrunn, og selv om det fortsatt er åpent mot vest til nordvest, kan islasten reduseres til 10 kg/m. Det er kanskje dette partiet fram til M45 som har flest likhetspunkter med havariområdet på Repparåsen, selv om vinden på le-siden (i sørøstlig felt) kanskje ikke blir riktig så stor her som på Repparåsen. Fra M50 til M58 ligger ledningen i en li godt skjermet mot nordvest, men pga. relativt sterk vind på tvers bør neppe "minimumslasten" på 7 kg/m under-skrides.

Spennet over Sørfjorden er ca 1800 m langt, og er dimensjonert for 4 kg/m islast som vanlig for fjordspenn på Vestlandet. Vindens normalkomponent er satt til 30 m/s. Sammenlignet med Veafjorden er Sørfjorden litt nærmere kysten og terrenget mer åpent, men vestavinden er gjerne ikke like sterk som vind fra SØ-S. Det er derfor rimelig med samme laster på begge disse spennene.

Over Repparåsen vises til tidligere rapporter (vedlegg 1 og 2).

Videre mot Fana går ledningen godt skjermet delvis gjennom høy skog til Stordalsfjell. Fra M95 blir terrenget mer åpent. Samtidig øker vindhastigheten nærmere kysten. Maksimale vindkast med returperiode 50 år er beregnet til 42-45 m/s langs kysten av Vestlandet, og siden ledningen herfra imot Fana går nokså vinkelrett på de mest utsatte vindretningene (SØ-S og NV), bør normalkomponenten settes til 40 m/s i stedet for 35 m/s. Pga. det åpne terrenget bør også islasten økes til 7 kg/m. Disse lastene er i overensstemmelse med 300 kV Samnanger-Fana.

5. Kombinert is og vind

Siden det ofte er kombinasjonen av is og vind samtidig som er avgjørende for dimensjoneringen, skal det knyttes noen kommentarer til disse. Datagrunnlaget er enda dårligere for kombinasjonslastene enn for is- og vindlasten hver for seg, og dermed blir usikkerheten også større.

Vanligvis blir den kombinerte vindhastigheten satt til 75-80% av normalkomponenten uten is. Denne ledningen ligger i et område der det antas at alvorlig ising forekommer såpass sjelden at en stort sett har brukt 75%.

I områder med 8-10 kg/m islast kombineres vinden med en iskappe på 8-10 cm i ytre diameter, og der islasten er 12-15 kg/m nyttes 12 cm isdiameter vanligvis.

6. Vindtrykk

Ved EFI/DNMI har det ikke vært ansett for å være meteorologens oppgave å beregne vindtrykket, siden denne beregningen forutsetter bl.a. formfaktorer for de objektene som skal beregnes, eventuelt også om respons i konstruksjonen (f.eks. ved utsving).

Vi skal likevel gjøre oppmerksom på at det er vanlig å innføre en reduksjonsfaktor for spennlengder når denne overstiger 100 m. Mellom 100 og 300 m spennlengde reduseres vindtrykket lineært fra 100% til 75%, og 75% brukes også for større spennlengder. (Vindtrykket q beregnes etter formelen:

$$q = \frac{1}{2} \rho v^2 \approx \frac{v^2}{1,6}$$

der ρ er luftens densitet og v er vindhastigheten. Settes v i m/s i siste del av formelen fåes vindtrykket i N/m². Formfaktoren er her lik 1.)

7. Målinger

Som nevnt er datagrunnlaget magert for fastsettelse av klimatologiske laster for kraftledninger. Det er heller ikke pålitelige beregningsmetoder som kan erstatte målinger. For å kunne utvikle og bruke eventuelle modeller, er det helt nødvendig med måledata for kalibrering innenfor ulike geografiske områder. Men siden det ikke har eksistert pålitelig måleutstyr, har det heller ikke vært mulig å skaffe seg de dataene man har ønsket.

I de senere årene har NVE-Statskraftverkene utviklet en utrustning som ser ut til å fungere bra, og det er for tiden 18-20 slike målestativer i drift. Det eldste har stått siden 1979. Stativet består av 2 5m høye gittermaster i avstand 7 m. En 10 m lang stålstang (rund) er opphengt med den ene enden fast i den ene masten og i en målecelle i den andre masten. Registreringen av laster skjer ved hjelp av et dynamometer som gir maksimallast. I tillegg kan det installeres en målecelle for tilkobling til datalogger (gir tilnærmet tidsfunksjonen).

Siden dette er den eneste muligheten man for tiden har til å skaffe seg bedre grunnlag for lastfastsettelser for fremtiden, anbefales det sterkt at BKK overveier å

montere slikt utstyr i områder utsatt for ising. Nærmere opplysninger om målestativene (tegninger, pris o.l.) kan fåes hos Kraftledningsavdelingen, NVE-Statskraftverkene.

Det understrekes at et måleprogram ikke bare er til hjelp ved dimensjoneringen av nye kraftledninger, men det er også viktig til overvåking av eksisterende ledninger.

Dersom BKK går inn for slike målinger, vil vi selvsagt stå til tjeneste ved valg av målested(er). Det er flere områder som kan være aktuelle, både på Dale - Fana ledningen (Grønfjell, Repparåsen) og på den planlagte ledningen Evanger - Samnanger. På den siste er ikke traseen avklart i den nordlige delen, men i sør er Tøffjell et interessant parti. Her er det vel også muligheter for å koordinere interessene med Statskraftverkene og Bergen Lysverker.

Tabell 1. 300 kV KRAFTLEDNING DALE-FANA
REVURDERTE IS- OG VINDLASTER

Mast	Is	Vx	Vn	v/d
1- 4	6	35	30	-
4- 5	4	35	30	-
5- 6	4	38	28	-
6- 9	6	38	35	-
9-10	4	38	30	-
10-13	5	38	30	-
13-27	6	40	32	-
27-29	8	40	35	30/8
29-33	10	45	38	30/10
33-36	6	40	35	-
36-38	10	45	38	30/10
38-41	15	48	42	32/12
41-45	10	45	40	30/10
45-50	8	45	40	30/10
50-58	7	42	40	-
58-59	4	40	30	-
59-60	5	40	35	-
60-61	5	45	42	1)
61-62	7	45	42	30/8
62-64	10	48	42	32/10
64-67	4	45	40	-
67-69	6	40	35	-
69-70	5	40	32	-
70-95	6	40	35	-
95-111	7	45	40	-

- 1) I brev fra DNMI 06.02.1984 (vedlegg 2), er kombinasjonslasten for langspennet M60-M61 satt til

<u>Line</u>	<u>Islast</u>	<u>Vindtrykk</u>
Strømførende	2,7 kg/m	4,0 kp/m
Toppline	3,1 kg/m	4,0 kp/m

Symboler: I_s - islast i kg/m

V_x - maksimal vindhastighet i m/s

V_n - vindens normalkomponent i m/s

v/d - kombinert vindhastighet (v)
og isdiameter (d i cm).

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

Siv.ing. Jørgen Madsen
Boks 130

1312 SLEPENDEN

Deres ref.

Vår ref. (bes oppgitt ved svar)
322.1/487/83 SMF/VF
(5576)

Dato
3. februar 1983

300 kV kraftledning Dale - Fana. Havari 14.12.1982.

Rapport om meteorologiske forhold.

Vi viser til brev fra BKK av 22.12.82 og 21.1.83, møter og synfaringer 11. - 12. og 19. januar 1983. Etter avtale oversendes vår rapport til Dem med kopi til Ing. Reidar Jøsok.

Innledning

I denne rapporten vil vi først gi en oversikt over de aktuelle værforhold og observert ising den 9.3.1979. Vi gir en kort sammenligning med et havari som Statskraftverkene har hatt under lignende forhold. Til slutt revurdres dimensjonerings grunnlaget for strekningen over Repparåsen.

Generelle værforhold.

Den 14.12.1982 gikk et lavtrykk om kvelden og natten til den 15. fra Færøyene og østover, samtidig som det dypet seg noe (10 mb på 6 timer).

Det tilhørende frontsystemet nådde inn til kysten av Vestlandet ca. kl. 22. Fronten var på dette stadiet okludert, d.v.s. varmfronten var innhentet av kaldfronten. På forsiden av fronten var det et sørlig vindfelt som ga opptil sterk kuling (8 Beaufort) på kysten. Etter frontpassasjen dreide vinden mot sørvest.

Den 9.3.1979 hadde vi en lignende vær-situasjon, med et kraftig sørlig vindfelt foran en okludert front som passerte i løpet av dagen.

I begge situasjoner var luftstrømmen meget stabil i høyden, og det var høy temperatur og høy fuktighet opptil 4000 - 5000 m. 0 - isoterme lå i 500 - 600 m nivået i begge tilfeller.

./.

rev adresseres til Det norske meteorologiske institutt, ikke til funksjonærer.

Postadresse:
Postboks 320 - Blindern
OSLO 3

Kontoradresse:
Niels Henrik Abels vei 40
Blindern, OSLO 3

Telegramadresse:
Meteorologen
Oslo 3

Telefon:
(02) 60 50 90

Telex:
11200

Postnummer:
5 05 26 60

Observasjoner

I vedlegg 1 er det listet opp en del observasjoner av temperatur, nedbør og vind for værstasjonene Bergen - Fredriksberg, Flesland og Kvamskogen. I tillegg er middelvindstyrke og vindkast ført opp for Bergen - Florida. Denne stasjonen måler ikke nedbør. "Temperatur" refererer seg til de enkelte klokkeslett, mens de øvrige parametrene gjelder tidsintervallet siden forrige notering. Største vindstyrke er gitt etter Beauforts vindskala (vedlagt), mens største vindkast er gitt i m/s. Vi gjør oppmerksom på at Beaufort - skalaen gjelder vindhastigheten midlet over 10 minutter, mens vindkastene representerer korte vindstøt med typisk varighet ned til 3 - 5 s.

Høyre del av vedlegg 1 gjelder situasjonen omkring den 9. 3. 1979. Hvis vi sammenligner de to situasjonene ser vi at i 1982 var det en stigning i temperaturen, mens det i 1979 gjennomgående var fallende temperatur. Det var mye nedbør i begge tilfeller, men mest i 1982. Vinden var derimot litt sterkere i 1979.

Det særegne for disse to situasjonene er de store nedbørmengdene samtidig med lufttemperatur omlag $2 - 4^{\circ}\text{C}$ nær kysten. Sammen med den relativt sterke sørlige vinden har vi fått snøbelegg under nivået for 0 - isoterme.

På grunn av mange lokale forhold vil de nedbørmengdene som måles variere en del mellom stasjonene. Ekstreme situasjoner slår derfor ikke likt ut på alle målestasjonene. Men 65,0 mm nedbør på 12 timer er det nest høyeste som er målt på Bergen - Fredriksberg siden 1951. Alle måledata fra 1951 av ligger på EDB - lager, og vi har derfor sett på fordelingen av de største 12 timers nedbørmengdene sammen med lufttemperatur for denne stasjonen.

Den 16.9.1975 ble det målt 100,4 mm, men da var temperaturen mellom 11 og 13°C . Ser vi på temperaturintervallet $0 - 7^{\circ}\text{C}$ var den høyeste verdier for 12 timers nedbør 49,3 mm inntil den 14.12. 1982. 31,9 mm (9.3.1979 kl. 19) var inntil samme dato den 24. største i samme temperaturintervall.

I tillegg til de oppgitte værstasjonene måles nedbøren en gang pr. døgn på en rekke nedbørstasjoner som ikke måler andre vørelementer. Nærmest ligger Gullfjell - Osavann på gården Minne 409 m.o.h. vel 3 km syd for havaristedet. Her ble det målt 43,6 mm kl.08 den 15.12. Denne stasjonen ble opprettet i juni 1981. Stasjonen har i alt målt 9 tilfeller med mer enn 40 mm i månedene november og desember, den aller høyeste for disse to månedene var 90,2 mm fra den 22.til den 23.11.1981. 43,6 mm er derfor ikke uvanlig for denne stasjonen.

Nedbørstasjonen Fana - Stend målte 60,3 mm vesentlig som regn kl. 08 den 15.12. for de forutgående 24 timer. Dette er den 6. høyeste verdien totalt for perioden 1957 - 82, den største noteringen for desember og den nest høyeste for november og desember sammen (største verdi 73,3 mm 25.11. 1957).

For døgnet 9. - 10.3.1979 målte Fana -Stend 31.8 mm.

Observasjoner av is på Repparåsen.

Da linene ble gravd fram av snøen ble det observert et nokså jevnt tykt, sylindrisk isbelegg på alle faser over hele den havareerte strekningen. En prøve som var oppbevart i fryseboks ble målt til 9,5 - 10 cm i diameter og vekten svarte til 5 kg/m. Dette tilsvarer en tetthet på ca 700 kg/m³. Isdiameteren var trolig nede i 7 - 7,5 cm enkelte steder. *på andre funn.*

I mars 1979 ble det observert et sylindrisk snøbelegg med ytre diameter 9 - 9,5 cm og vekt 3,7 - 3,8 kg/m. Tettheten var omlag 600 kg/m³. } *Opplyst fra BKK*

Topografiske forhold

Fra Repparåsen (609 m.o.h.) og sørover er terrenget relativt avrundet. På østsiden er Repparåsen avgrenset av Holagilet, et markert dalsøkk, orientert nord - syd og som ledningen krysser fra mast 60 til 61. På sørsiden av Holagilet, ligger Herlandsåsen (694 m.o.h.). Mellom Herlandsåsen og Skåldalsfjell (718 m.o.h.) ligger en dalbotn som lokalt kanalisierer sørlig vind over mot Holagilet.

Det er vanskelig å trekke entydige konklusjoner ut fra topografien. Men det er sannsynlig at vinden har fulgt terrenget godt på le - siden av Repparåsen, og at den har vært særlig sterk ved Holagilet. På grunn av terrengets form og luftmassens stabilitet, har vinden vært relativt lite turbulert.

Konklusjon om ising og vind på Repparåsen 14.12.82.

Islaster.

Dessverre har vi ingen mulighet for å beregne islastér under slike forutsetninger som her, men må ta de observerte islastene til etterretning. De skyldes altså uvanlig sterke nedbør sammen med temperatur såvidt over 0°C og relativt jevn og sterk vind fra sør.

Dersom den maksimale islasten i området var ca 5 kg/m, er det ikke trolig at gjennomsnittsverdien for det lange spennet (M 60 - 61) har vært så høy.

Det karakteristiske for de to situasjonene i 1979 og 1982 er altså særlig gunstige nedbør - og temperaturforhold for ising i dette nivået. 1982 - situasjonen kan umiddelbart karakteriseres som ekstrem, mens nedbøren i 1979 ikke var særlig uvanlig. Islastene var også noe større i 1982.

For å undersøke hvorvidt det har vært andre parallelle situasjoner siden 1951 er det nødvendig å undersøke nøyere nedbøren i området og samtidige vindretninger og vindstyrker på kysten. Dette vil kreve noe mer programmeringsarbeid enn hva det har vært mulighet for i denne omgang.

Vind

De beste registreringene av vindhastigheter er fra kyst- og lavlandsstasjoner. Vi antar at vinden på Repparåsen ikke var vesentlig forskjellig fra kyststasjonene, altså stiv til sterk kuling. Dette betyr at vindhastigheten midlet over 10 minutter kan ha vært opptil 20 m/s.

I kortere perioder kan vindhastigheten ha vært større. Største registrerte vindkast på kysten var ca. 29 m/s på Hellisøy kl. 19.45 den 14.12. Vi antar derfor at vindhastigheten i kastene kan ha vært av størrelsesorden 30 m/s, men neppe særlig høyere.

Vindtrykket er avhengig av vindens normalkomponent midlet over hvert spenn og istykkelsen. Setter vi innfallsvinkelen (α) til 20° , vindhastigheten (v) til 30 m/s og isdiameteren (d) til 0,1 m, blir vindtrykket (p):

$$p = d \cdot (v \cdot \cos \alpha)^2 / 16 = 4,9 \text{ kp/m}$$

Formfaktoren er satt lik 1.

4,9 kp/m er trolig en øvre grense for vindtrykket, idet et vindkast på 30 m/s neppe har virket på hele spennet samtidig, særlig ikke spennet M 60 - m 61 som er ~~966 m~~ ~~1052 m~~ 1072 m langt. Et nedre estimat for dette spennet kan være 25 m/s i vind som middel over spennet, dette gir et vindtrykk på 3,1 kp/m forutsatt 8 cm is over det hele.

Tilsvarende havari

De topografiske og meteorologiske vilkårene for de to havariene på Repparåsen har flere likhetspunkter med et havari på Statskraftverkens 275 kV ledning Aurland - Fardal den 30.12.1975. Dette skjedde også på le - siden av en aerodynamisk "glatt" rygg med fjell i hver ende som snevret inn luftstrømmen over ryggen. Samtidig var det sterk nedbør og temperatur nær 0°C . Ledningen gikk parallelt med ryggen, omlag 60-70 m lavere enn denne, og på tvers av vinden. Snøbelegget var også i dette tilfellet opptil ca 10 cm i ytre diameter.

Vurdering av dimensjoneringsgrunnlaget

Vind- og islaster for ledningen er gitt i rapport fra statsmeteorolog Håkon Råstad, datert 26.5.1971. For strekningen M 59 - 64 er lastene:

Mast nr.	Islast kg/m	v-maks m/s	v-normalkomp. m/s	Tilh.isd. cm	Vindtrykk kp/m
59 - 60	4	40	40	0	3,0/1,4
60 - 62	5	45	42	0	4,0/1,8
62 - 64	10	48	42	6,5	4,7/3,1

*) Vindtrykket gjelder strømførende line og topoline.

Disse lastene samsvarer godt med det som det fortsatt er vanlig å dimensjonere for i tilsvarende terreng. Vi ser at vindtrykket den 14.12. kan ha vært i overkant av dimensjoneringsgrunnlaget, og islasten fra mast 60 til mast 62 var omtrent det samme som oppgitt i Råstads rapport.

Sett i lys av de to havariene på Repparåsen og havariet på Aurland - Fardal ledningen i 1975, er det grunn til å være oppmerksom på slike forhold som her. I alle disse tre tilfellene var altså værforholdene ekstremt ugunstige i forhold til høyde og topografi, slik at man neppe bør foreta store endringer i dimensjoneringspraksis.

Vi regner med at for det ¹⁰⁷²~~966~~ m lange spennet M 60 - 61 er de gamle lastene tilstrekkelige, men at man bør forsterke noe fra M 61 til M 64, som oppgitt i tabellen nedenfor:


Mast	Islast kg/m	v-maks m/s	v-normalkomp. m/s	v/d (m/s)/cm
61 - 62	7	45	42	30/8
62 - 64	10	48	42	32/10

Kolonnen til høyre angir kombinert last med vindhastighet, v, sammen med isdiameter d (i cm). Kombinasjonene 30/8 og 32/10 svarer til vindtrykk på henholdsvis 4,5 og 6,4 kp/m når formfaktoren settes lik 1.

En revisjon av hele strekningen Dale - Fana må eventuelt gjøres etter en synfaring av hele trasen.

Etter fullmakt


Bjørn Aune


Svein M. Fikke

ÅR: 1982

HAVARI

1979

HAVARI

DATO:	14/12			15/12			8/3	9/3			
KL:	07	13	19	01	07		19	01	07	13	19
SEN-FREDRIKSBERG											
TEMPERATUR °C	0,3	1,8	1,9		5,1		3,3		3,5	1,6	1,3
MINIMUMSTEMP. °C	-2,0		0,2		1,7		1,2		2,9		0,9
MAKSIMUMSTEMP. °C	1,1		2,8		6,2		3,9		4,1		4,2
NEDBØR mm	1,6		11,5		65,0		0,6		12,2		31,9
STØRSTE VINDSTYRKE B	4	6	7		6		6		7	7	5
STØRSTE VINDKAST m/s	11	16	18		19		17		23	21	
EN-FLORIDA											
STØRSTE VINDSTYRKE B	4	4	4	5	5		5	5	6	5	
STØRSTE VINDKAST m/s	8	11	13	15	18		17	19	22	22	
SLAND											
TEMPERATUR °C	-0,5	1,0	2,5	4,5	3,7		2,4	2,6	2,2	2,1	0,4
MIN. TEMP. °C	-4,8		-0,8		1,8		-2,5		2,2		-0,6
MAKS. TEMP. °C	-0,3		2,6		6,0		3,5		3,1		2,4
NEDBØR mm	1,8		10,4		31,9		0,3		8,0		29,5
STØRSTE VINDSTYRKE B	3	4	5	7	5		5 6	6	6	6	7 3
STØRSTE VINDKAST m/s	6	10	16	21	17		17	20	19	20	
MUSKØEN (408 MOH)											
TEMPERATUR °C	-5,8	-3,5	1,9		1,3		0,5		1,0	2,0	-1,5
MIN. TEMP. °C	-13,0		-5,8		-1,9		-4,2		0,5		-1,5
MAKS. TEMP. °C	-5,8		-1,9		1,5		1,0		2,5		2,6
NEDBØR mm	0,4		12,7		41,4		0,2		12,6		28,2
STØRSTE VINDSTYRKE B	2	2	3		4		3		6	5	3

Siv.ing. Jørgen Madsen
Boks 130

1312 SLEPENDEN

322.4/569/84 SMF/HG

6.februar 1984

BERGENHALVØENS KOMMUNALE KRAFTSELSKAP
300 KV KRAFTLEDNING DALE-FANA. HAVARI 14.12.1982
TILLEGGBRAPPORT OM METEOROLOGISKE FORHOLD

Vi viser til vår rapport datert 3.februar 1983 og til senere samtaler med Dem.

Denne rapporten har 3 hovedpunkter:

1. Nærmere undersøkelse av klimadata.
2. Kommentarer til oppgitte vind- og islaster.
3. Kombinasjonslaster for spennet M60-M61.

1. Nærmere undersøkelse av klimadata

1.1 Bakgrunn

Etter avtale med BKK har vi laget et EDB-program for å studere samtidige værobservasjoner på flere steder. Programmet har fått navnet "MANGSTASJ" og det finner tilfeller der det kan settes krav til temperatur, nedbør og vindstyrke individuelt for 4 stasjoner om gangen.

Begrunnelsen for en slik undersøkelse er at man lettere kan finne fram situasjoner med spesielle værforhold og som samtidig har en viss romlig utstrekning. Spesielt viktig er det i dette tilfellet å kunne sammenligne nedbøren og temperaturen i det aktuelle området med vinden på kysten. Vindforholdene ute ved kysten er gjerne mer representative for høyereliggende områder innenfor enn vinden som observeres på værstasjonene i lavlandet.

Grensene for temperatur, vindstyrke og nedbør er i første omgang valgt ut fra isingssituasjonene den 9.mars 1979 og 14.desember 1982 (se vedlegg 1 i vårt brev av 3.februar 1983).

1.1.1 Periode av stasjon

1.2. Periode og stasjoner

Den undersøkte perioden er fra 19⁵7 fordi denne har best rekning i vårt datalager. Vi har testet kombinasjoner av stasjonene Bergen-Fredriksberg, Flåsland, Kvamskogen, Modalen, Hellósøy fyr og Slåtterøy fyr.

I tillegg til de to kjente situasjonene har vi bare funnet ett tilfelle med tilsvarende værforhold, nemlig natten til den 27. desember 1979. Neste avsnitt gir en kort omtale av denne situasjonen.

1.3. Værforhold natten til 27. desember 1979

Temperaturen. Det var 4-5°C ute ved kysten og nær 0°C i høyere liggende strøk innenfor (Kvamskogen 0.2°C). Sammenlignet med 9. mars 1979 og 14. desember 1982 var temperaturen denne gang i Bergensområdet omtrent den samme eller litt høyere (opptil et par grader, avhengig av målested og tidspunkt), mens den på Kvamskogen var ca 1 grad lavere.

Nedbør. For de fleste målestasjonene var nedbøren sammenlignbar med mars 1979, ca 30 mm & løpet av 12 timer målt kl 07. Mest nedbør i løpet av ett døgn ble målt på nedbørstasjonen Fana-Stend, med 43.7 mm målt kl 08 den 27. Det meste av denne nedbøren må ha kommet i løpet av den siste 12-timers perioden. I desember 1982 var det gjennomgående noe mer nedbør.

Vind. Det var sørlig vind opptil liten kuling (styrke 6) i Bergen-området og liten storm (styrke 9) på kysten. Også dette er sammenlignbart med mars 1979.

Konklusjon. Ut fra antagelsen om at sterk nedbør og temperatur nær 0°C er de viktigste parametrene, har vi kjørt programmet også for lavere vindstyrker. Dette har ikke gitt flere aktuelle situasjoner. Vi antar derfor at det ikke har forekommet flere sammenlignbare vær-situasjoner siden 1967. Værforholdene den 27.12.1979 er mest sammenlignbar med 9.3.1979. På grunn av sterkere nedbør lå forholdene til rette for de største islastene den 14.12.1982.

Det vil være interessant å få klarlagt hvorvidt det ble registrert feil av noe art på ledningsnett i Bergensområdet natten til den 27.12.1979.

2. Kommentarer til de oppgitte vind- og islastene

2.1. Sannsynlighetsnivå

I vårt brev av 3. februar 1983 er det gjort en revurdering av vind- og islastene for strekningen over Repparåsen. De opprinnelige lastene ble satt av statsmeteorolog H. Råstad i mai 1971

Det har vært vanlig praksis at man har lagt til grunn en risiko på 12% for årlig overskridelse av de meteorologiske lastene. Dette tilsvarer en middlere returperiode på 50 år.

2.2. Vind

Vi har best mulighet for å knytte dette risiknivået til vindhastigheten, fordi vi har lange rekker av registrerte vindkast som kan brukes i statistiske modeller for fordeling av ekstremer. Påliteligheten av disse estimatene er selvsagt avhengig av bl.a. avstanden til målestasjonene, eksponering, høyde over havet, o.l.

De oppgitte vindhastighetene representerer korte vindstøt med typiskeperiode 3-5 s.

2.3. Islaster

Når det gjelder islaster har vi ennå ikke hatt gode nok muligheter til å beregne islaster med valgte sannsynlighetsnivåer. I de senere årene er det utviklet en isingsmodell i samarbeid mellom EFI, NVE-Statskraftverkene og Meteorologisk institutt. Denne modellen er utviklet særlig med tanke på ising i skyer og er derfor i sin nåværende form best egnet for høyreliggende fjellområder. Vi har selvsagt ønske om å utvide modellen til nedbøris. Programmet "MANGSTASJ" vil være et naturlig ledd i en slik utvideelse.

Det største problemet med isingsmodeller er å skaffe pålitelige måledata for vekt, geometri og tetthet av isbelegg. Slike målinger er en fundamental forutsetning for et videre modellarbeid, og det er nødvendig med slike data fra ulike deler av landet, for ulike terrengetyper, eksponeringer, høyder over havet, avstand fra kysten, o.l.

2.4. Variasjon med spennlengder o.l. Respons i master.

Både vind- og islaster vil variere med spennlengdene. Vi antar at for spennlengder under 3-400 m kan vi ha maksimal istykkelse jevnt over hele spennet, og et ekstremt vindkast kan ha tilnærmet lik hastighet over slike spenn. For lengre spenn er det vanlig praksis å redusere både vindhastighet og islaster. Spennlengdevariasjoner vil også være avhengig av bl.a. høydeforskjeller og topografi. I det aktuelle tilfellet har vi antatt at en lokal forsterkning av vinden i spennet M60-M61 kan oppveie den store spennlengden. Vindhastigheten her bør derfor ikke reduseres.

I "Normene" er islaster gjort avhengig av linediameteren. Dette er også praksis i mange andre land. Vår oppfatning er at det er grunnlag for slik variasjon ved små islaster, kanskje opptil 3-4 kg/m. Ved høyere islaster er utgangsdiameteren ubetydelig for den endelige islaster, slik at vi vanligvis ser bort fra den. Varmeutviklingen i og det elektriske feltet rundt den strømførende ledningen kan også tenkes å ha betydning for islaster. Det har vært vanlig å se bort fra disse effektene også, både fordi de er relativt små, men kanskje mest fordi de fleste overføringsledningene drives med store variasjoner i

elektriske belastning.

Videre setter vi grensen for den meteorologiske kompetansen ved vindens hastighet og struktur (turbulens) og islast. D.v.s. vi inkluderer vanligvis ikke vindtrykk, kraftoverføringer til kjeder og master, utsving o.l. i våre vurderinger.

2.5. Skjevlaster

Skjev islast er et belastningstilfelle som en kraftledning skal beregnes for ifølge "Normene". Der er det forutsatt 50% av maksimal islast i ett spenn og isfrie habospenn. Dette er et belastningstilfelle som er valgt og som man antar er dekkende for de fleste tilfellene, særlig i lavlandsområder med små høydeforskjeller. Men for en ledning som går i et variert terreng med markerte variasjoner i dekningsforholdene over korte distanser kan vi ikke utelukke større variasjoner i islastene fra spenn til spenn. Det er ikke urimelig at dette kan forekomme over Repparåsen.

3. Kombinasjonslast for M60-M61

Som avtalt med Dem tidligere bør det lange spennet fra M60 til M61 dimensjoneres med en kombinert last av vind på islagte lineraav hensyn til de noe spesielle topografiske forholdene her. Følgende kombinasjonslaster er avtalt:

Line:	Islast:	Vindtrykk:
Strømførende	2.7 kg/m	4.0 kp/m
Toppline	3.1 kg/m	4.0 kp/m

(Lengden av dette spennet er 1072 m og ikke 966 m som oppgitt i vårt brev av 3.februar 1983.)

Etter fullmakt



Bjørn Aune



Svein M. Fikke

Kopi: Bergenhalvøens Kommunale Kraftselskap
Boks 383
5051 Nestan

B.K.K.J.nr. 1351
1971

Bergenshalvøens kommunale kraftselskap
Strømt. 19
Bergen.

Vedr.: 275kV kraftledningen Dale-Arna-Fana.

Ref: Deres brav av 2/3, Deres ref.: NOH/GK.

Vind- og islaster.

I tabellen nedenfor er angitt de maksimale vind- og islaster en bør regne med på den helt opptrukne trase. Nedenfor er gitt en vurdering av den alternative trasé.

Strekning Maks.vind Maks.is Maks.vindkomp. Tilh.isdia. Vindtrykk
loddrett trase

Mastenr.	m/s	kg/m	CI	m/s	cm.	kp/m
1-4 M.1 - M.4	34	6,0	SA	28	ingen	1,7/0,7
4-6 M.4 - M.7	38	4,0	SA	30	"	2,1/0,8
6-9 M.7 - M.11	38	6,0		34	"	2,6/0,9
9-10 M.11-M.12 (Fjordspenn)	36	4,0		30	"	2,1/0,8
10-13 M.12-M.15	36	5,0		30	"	2,1/0,8
13-15 M.15-M.17	38	6,0	SA	38	"	3,3/1,0
15-20 M.17-M.22	36	6,0	SA	34	"	2,6/0,9
20-25 M.22-M.27	34	6,0	SA	32	"	2,3/0,8
M.27-M.29	38	5,0	SA	34	"	2,6/0,9
M.29-M.31	45	9,0		40	6,5	4,0/3,0
M.31-M.34	42	7,0		38	5,0	3,3/2,0
M.34-M.36	40	4,0		32	ingen	2,3/0,8
M.36-M.37	42	7,0		38	5,0	3,3/2,0
M.37-M.41	40	5,0		34	ingen	2,6/0,9
M.41-M.43	45	7,0		40	5,0	3,6/2,3
M.43-M.45	42	5,0		38	ingen	3,3/1,0
M.45-M.48	40	5,0		34	"	2,6/0,9
pr. idag) M.48-M.49 (Fjordspenn)	40	4,0		30	"	2,0/0,8
Herland						
0-60 M.49-M.50	40	4,0		40	"	3,6/1,4
0-62 M.50-M.53	45	5,0		42	"	4,0/1,6
2-64 M.53-M.55	48	10,0		42	6,5	4,7/3,1
4-67 M.55-M.57	45	5,0		40	ingen	3,6/1,4
7-71 M.57-Tangeland	42	5,0		36	"	3,0/0,9

Alternativ Trase fra M.26 til M.43:

Denne traséen ligger noe høyere o.h. og utsatt for ising og sterk vind på Grønfjellet, og videre bortover mot M.43. Forøvrig er det liten forskjell på de to traséene.

NO fra
K. H. G. K.

På det høyeste partiet av Grønfjellet må det bli ett eller kanskje to relativt korte og horisontale spenn. Vi har erfaring for at slike spenn får relativt store islaster. På den andre siden er både oppstigning og deldels nedstigningen fra fjellet bratt og skulde gi anledning til lange, skrånstilte spenn, som får lite isbelegg, og vindkomponenten loddrett på spennet reduseres endel på grunn av spennenes lengde.

Maksimale vind og islaster på den alternative trasé.

25-30	M.26-km2,5	38	5,0	34	ingen	2,6/0,9
30-34	km.2,5-km3,0	45	9,0	40	6,5	4,0/3,0
34-35	km.3,0-km5,1	42	6,0	34	ingen	2,6/0,9
35-37	km.5,1-km5,6	45	4,0	34	"	2,6/0,9
37-40	km.5,6-km5,8	48	14,0	42	6,5	4,7/3,1
40-50	km.5,8-M.43	46	10,0-7,0 ^x	40-38 ^x	5,0	3,6/2,3-3,3/ 2,0.

x betyr lineært avhengig av h.o.h.

Isens spesifikke vekt antas =0,7.

Oslo 26/5 -71
Hakon Råstad
 Hakon Råstad
 Statsmeteorolog.

25-29 4,75

29-32 12

30-34 5

34-39 30

38-39 5

39-40 12

40-50 12

50-57 5,7

Spennlengde 3,5

57-62 5,62

62-66 12

66-67 2

67-68 12

300 kV KRAFTLEDNING DALE - FANA
IS- OG VINDLASTER VED OPPRINNELIG DIMENSJONERING

RÅSTADS RAPPORT (VEDLEGG 3)					MASTELISTER	
Mast	Is	Vx	Vn	Isdiam.	Mast	Is
1- 4	6	34	28	-	1- 4	5,9
4- 6	4	38	30	-	4- 6	3,9
6- 9	6	38	34	-	6- 9	5,9
9-10	4	36	30	-	9-10	3,9
10-13	5	36	30	-	10-29	5,9
13-15	6	38	38	-		
15-20	6	36	34	-		
20-25	6	34	32	-		
25-30	5	38	34	-		
30-34	9	45	40	6,5	29-33	12
34-35	6	42	34	-	33-36	5,9
35-37	4	45	34	-	36-38	12
37-40	14	48	42	6,5	38-39	18
40-50	10→7	46	40→38	5,0	39-41	14
50-58	Mangler				41-50	12
58-59	4	40	30	-	50-58	5,9
59-60	4	40	40	-	58-59	3,9
60-62	5	45	42	-	59-62	5,6
62-64	10	48	42	6,5	62-64	12
64-67	5	45	40	-	64-67	3,6
67-71	5	42	30	-	67-111	5,6

DNMI-KLIMAAVDELINGENS FAGRAPPORTER

- 1/84 NORDLIE, P E:
KLIMAGRANSKINGAR I NVE'S PROSJEKTOMRADE FOR KRAFTUTBYGGING.
Statusrapportar 1983, administrativ del
Oppdragagjevar: NVE - Statskraftverka
- 2/84 AUNE, B:
ROGNMOEN GRUSTAK Eventuelle lokale klimaendringer
08.06.1984
Oppdragagiver: Statens vegvesen, Vegsjefen i Troms fylke
- 3/84 FØRLAND, E J:
PAREGNELIGE EKSTREME NEDBØRVERDIER
03.07.1984
Oppdragagiver: NVE - Hydrologisk avdeling
- 4/84 FØRLAND, E J og IDEN, K A:
EKSTREM NEDBØR I LØPET AV 1 - 30 DØGN
Observerte og beregnede verdier for 49 stasjoner
03.07.1984
Oppdragagiver: Vassdragsregulantenens Forening
- 5/84 NORDLIE, P E:
E6 MOGREINA - BOKSRUD Klimavurdering av konsekvensane ved
kryssing av Andelva
05.07.1984
Oppdragagjevar: Statens vegvesen, Vegsjefen i Akershus fylke
- 6/84 NORDLIE, P E:
KLIMAENDRINGAR PA GRUNN AV IS I INDRE NORDFJORD
05.07.1984
Oppdragagjevar: NVE - Statskraftverka
- 7/84 FIKKE, S M:
KRAFTLEDNING TIL ILULISSAT/JAKOBHAVN
Meteorologiske vurderinger
25.10.1984
Oppdragagiver: Grønlands Tekniske Organisasjon
- 8/84 FIKKE, S M:
KRAFTLEDNINGSTRASEER TIL ILULISSAT/JAKOBHAVN
REISERAPPORT ETTER STUDIETUR 31.08-10.09.1984
25.10.1984
Oppdragagiver: Grønlands Tekniske Organisasjon
- 9/84 FIKKE, S M:
22kV KRAFTLEDNING TIL HAMNEFJELL RL-STASJON
Is- og vindlastar
09.11.1984
Oppdragagiver: Tron Horn A/S for Teledirektoratet TBE
- 10/84 FIKKE, S M:
22kV KRAFTLEDNING TIL ISKURAS RL-STASJON
Is- og vindlastar
09.11.1984
Oppdragagiver: Tron Horn A/S for Teledirektoratet TBE
- 11/84 FIKKE, S M:
300 kV KRAFTLEDNING DALE - FANA
Revurdering av is- og vindlastar
29.11.1984
Oppdragagiver: Bergenshalvøens komm. Kraftselskap