

REFERANSESIDE

Rapportens tittel:

**KRAFTLEDNINGSTRASEER TIL ILULISSAT/JAKOBHAVN.
REISERAPPORT ETTER STUDIETUR 31.08-10.09.1984**

Dato: 25.10.1984

Rapporten er: Fortrolig

Saksbehandlere:

SVEIN M. FIKKE

Svein M. Fikke

Prosjektnr.: 280123

Arkivnr.: 8423373

Antall sider: 12

Opplag: 15

Faglig ansvarlig:

BJØRN AUNE

Fagsjef Klimaavdelingen, DNMI

Bjørn Aune

Oppdragsgiver:

GRØNLANDS TEKNISKE ORGANISATION

Oppdragsgivers ref.:

Sag nr. 19227.10

Kontrakt nr. 240311-100

4 emneord à maksimum 23 karakterer

Kraftledning

Grønland

Meteorologi

Islaster

Referat:

Inntrykk etter synfaring i september er oppsummert.

Nye informasjoner om nedbørfordelingen kan gi grunnlag for revisjon av islastene.

KRAFTLEDNINGSTRASEER TIL ILULISSAT/JAKOBHAVN.

REISERAPPORT ETTER STUDIETUR 31.08 - 10.09.1984

av forsker Svein M. Fikke, Elektrisitetsforsyningens Forskningsinstitutt/Det norske meteorologiske institutt.

1. Innledning.

Bakgrunnen for reisen er gitt i reiseinstruks av 30.8. 1984 fra Grønlands Tekniske Organisation (GTO - ref. Fiv/GLa. Sag nr. 19337.10 Brev nr. 50183).

Etter eget ønske var returen fastsatt til fredag den 7.9., men siden oppdraget ikke var ferdig på det tidspunktet, ble min tilbakereise utsatt til den 10.9. fra Søndre Strømfjord, sammen med de øvrige i gruppen.

Vedrørende transporter, innkvarteringer og andre tekniske ting forbundet med reisen, vises til rapport fra GTO's ingeniør Jess Büllow.

Det er tidligere skrevet en rapport etter min reise til Ilulissat/Jakobshavn i mai i år [1]. Denne inneholder foreløpige islaster for to trasealternativer i tillegg til en del generelle vurderinger av de viktigste klimafaktorene.

Denne reiserapporten oppsummerer de umiddelbare inntrykk etter den siste synfaringen av kraftledningstraseene fra Påkitsoq til

Ilulissat/Jakobshavn. En videre tallfesting av klimabestemte laster bør skje etter at flere detaljer i traseen er fastlagt.

Siden den indre traseen trolig byr på større problemer for transport med kjøretøyer, ble det lagt størst vekt på den ytre traseen.

2. Observasjoner og foreløpige konklusjoner

2.1. Nedbør

Klaus Hedegaard har i [2] lagt fram data som endrer noe på forutsetningene i [1]. Det er vist at bakkevinden i Jakobshavn i hovedsak er mellom 120° og 230° når det samtidig er nedbør og temperatur mellom -10°C og $+3^{\circ}\text{C}$. I tillegg er det et maksimum fra nord. I sektorene 240° - 350° og 10° - 100° forekommer nedbør meget sjelden.

Selv om vinden ved bakken blir dreiet til høyre i forhold til vinden i den frie atmosfære (p.g.a. overflateruheten), så bedømmes topografien slik at vindretningen i åpne områder i 500 - 600 m høyde i traseen, i hovedsak er sammenlignbar med Jakobshavn i tilfeller med sterk nedbør og samtidig relativt sterk vind.

For å få sikrere grunnlag for vurderingen av nedbøris, er det nødvendig med nærmere analyser av ekstremer av døgnedbør, og samtidig vind og temperatur, se avsnitt 2.2.

August måned i år var preget av relativt store nedbørmengder i området, se tabell 1. I Jakobshavn er månedssummen 96.4 mm, og nær 90% kom i løpet av 10 dager. Den 16.8. kl 12 GMT, ble det målt 37.8 mm for de foregående 18 timer. Vinden dreiet i dette tidsrommet fra sørøst til sørvest og temperaturen falt fra 9^o til 3^oC.

Tabell 1 viser også nedbøren ved "Sjøleiren". Her måles ikke nedbøren daglig eller til faste tider, og i tabellen er derfor den omtrentlige perioden målingen gjelder for, satt i parentes. Vi ser at målingen den 17. er sammenlignbar med Jakobshavn, men i tiden 21.8. - 23.8. falt det ca. 45% mer her enn i Jakobshavn. Totalt for måneden kom det ca. 25% mer nedbør ved "Sjøleiren" enn i Jakobshavn. Dette strider mot tidligere antakelser og målinger gitt i [3] om at nedbøren avtar fra kysten og inn mot isranden. Det er derfor meget viktig at nedbørmålingene ved kraftverksmagasinet følges nøye.

2.2. Ising.

I [1] var det ikke tatt med noe om grunnlaget som er nyttet for å tallfeste islastene, utover en generell tolkning av tilgjengelige data, særlig om nedbør. For å bøte på dette, er det i vedlegg 1 gitt en nærmere redegjørelse for bakgrunnen for de tallene som er gitt.

Som nevnt i [1] er det bare nedbør som kan gi ising på lavereliggende deler av traseen, men også der skyis kan forekomme, vil bidraget fra nedbøren kunne bli betydelig. Det er derfor, etter mitt skjønn, ingen grunn til en generell revisjon av de foreløpige islastene nå, før det er skaffet fram opplysninger fra DMI. Det er først og fremst nødvendig med analyser av:

- 1) forløpet og varighet av bl.a. vind og temperatur i situasjoner med sterk nedbør, og
- 2) varigheter, nedbør, temperatur og vind i tilfeller med skybasis under 600 m.

Under begge punkter er det verdifullt å inkludere radiosondeoppstigningene i Egedesminde for å belyse den vertikale strukturen i de gitte situasjonene.

I tillegg er det nødvendig å få tilgang til "Forundersøgelsens" nedbørdata. Av spesiell interesse er også her tilfellene med sterkest nedbør.

I forrige avsnitt er det nevnt de relativt store nedbørmengdene i august i år. Sammenlignet med vedlegg 1, gir disse opplysningene heller ingen grunn til å endre det generelle nivået på lastene, men siden det faktisk er målt mer nedbør ved "Sjøleiren" enn i Jakobshavn, er det et spørsmål om det er riktig å sette lavere laster nordøst for fjordkrysningen enn nærmere kysten. Spesielt er det et spørsmål om minimumslasten bør settes så lavt som 2 kg/m. Jeg finner det riktigst å utsette dette også inntil en har oppdatert bakgrunnsinformasjon.

2.3. Behov for målinger av islast.

Det er knyttet store praktiske problemer og usikkerheter til automatiske ismålinger. Spesielt vanskelig er det i områder med moderate eller små islaste og der ising forekommer sjelden. Derfor er det ikke anbefalt slike målinger i forbindelse med dette prosjektet. Men dersom man finner en egnet utrustning

(f.eks. GTO's prototype, som i vinter utprøves på Gaustatoppen) kan det være ønskelig av hensyn til overvåking av ledningen å måle islaster på et høytliggende og utsatt sted i traseen nær kysten, f.eks. i 550-600 m høyde V-NV for Sø 380 (ytre trase).

Det kan neppe forventes at islastmålinger kan få betydning for dimensjonering av ledningen, dersom denne skal bygges i løpet av de nærmeste 2-3 år.

2.4 Vind

Under synfaringen ble det gjort en del observasjoner av vindslitasje på stener og fjell. Vindslitasje er et uttrykk for manglende framvekst av lav på vindsiden av stener som er hyppig utsatt for relativt sterk vind med oppvirvlet snø eller sand(silt). Vindslitasje er dermed også et uttrykk for mengden av slipemateriale i luften, men det forutsetter også at stenene er snøbare. Synfaringen i mai viste at snødybden på flat mark stort sett ikke var mer enn 10-15 cm, slik at større stener stakk godt opp over snøflaten.

I hovedsak var det sterkest vindslitasje nordøst for fjordkrysnignen. Dette henger sammen med at området ligger nær innlandsisen, og at den katabatiske vinden dermed blir sterkest her. Særlig sterk katabatisk vind kan ventes fra brearmene mot Sø 187 (Sjøleiren) og mot Qingua kujatleq. Vindslitasjen avtok i hovedsak raskt mot sørvest, d.v.s. med avstanden fra isranden.

Forøvrig er vindforholdene og behovet for vinddata diskutert i [2].

2.5. Stasjon 142.

Den nyoppsatte meteorologiske stasjonen 142 vest for Sø 187 ble inspisert. Plasseringen var trolig så god som den kunne være med tanke på at den skal registrere katabatisk vind fra de to brearmene fra Ø og SSØ. Stasjonen ligger ca. 300 m o.h. og er trolig representativ for de sterkeste vindene som kan forekomme i traseen nord for fjordkrysningen. Stasjonen var noe skjermet mot vind fra sørvest-vest siden den ligger 50-100 m under toppen av kollen.

Foruten vind (2 hastighetsfølere og 1 retningsføler i ca. 5 m høyde) blir det registrert temperatur, luftfuktighet, stråling (globalstråling ?), nedbør og snødekke (vektmåling).

Nedbørmålerne var plassert nær en brink mot øst. Vanligvis får man ofte en "overskyting" av vinden og dermed en vertikalhastighet som reduserer nedbøren i forhold til flat mark. Nedbør med vind fra øst til sørøst kan derfor bli noe underestimert.

Tabell 1. Noen meteorologiske data for Jakobshavn og "Sjøleiren" for utvalgte dager i august 1984.

Jakobshavn						Sjøleiren
Dato	GMT	dd	ff	TTT	RR	RR (gjelder for)
14/8	00	00	00	6,2		
-	12	20	05	3,3	6,7	
-	15	20	07	3,4		
-	18	24	05	4,3	<0,1	
15/8	00	00	00	4,9		
-	12	10	02	6,4	0,3	
-	15	00	00	5,4		
-	18	11	07	9,4	0	11 (4 døgn)
16/8	00	13	10	8,4		
-	12	24	09	3,0	37,8	
-	15	18	05	3,6		
-	18	23	05	4,8	0,2	
17/8	-	-	-	-	0	38 (2 døgn)
20/8	00	00	00	4,8		
-	12	10	11	9,2	0	
-	15	11	07	10,0		
-	18	12	08	10,2	0,2	

21/8	00	12	07	8,7		
-	12	18	03	6,0	12,1	
-	15	32	02	5,8		21 (2 døgn)
-	18	33	05	6,8	0,1	

22/8	00	00	00	4,6		
-	12	00	00	3,5	9,3	
-	15	11	10	6,6		
-	18	13	12	8,4	6,7	

23/8	00	11	15	10,2		
-	12	22	03	5,4	11,4	
-	15	00	00	5,2		
-	18	36	03	5,4	0,2	40 (2 døgn)

Nedbørssum august: 96,4 120 (30.7.- 27.8.)

Symboler: dd - vindretning i dekadgrader
ff - vindhastighet i knop
TTT - temperatur i °C
RR - nedbør i mm. Ved "Sjøleiren" blir ikke RR målt
hver dag eller til faste tider.

REFERANSER

- [1] Fikke, S.M.: Meteorologiske vurderinger av kraftledning til Ilulissat/Jakobshavn. EFI TR 3135/DNMI Fagrapport 7/84 KLIMA. Oslo 1984
- [2] Hedegaard, K.: Rapport vedr. kraftledningsundersøgelse ved Ilulissat/Jakobshavn 1.-10. september 1984. GTO ref.: Kontrakt nr. 24084-00. Sag nr. 19337.3 1984.
- [3] Sørensen, N.V.: Forundersøgelse vandkraft 1981. Ilulissat/Jakobshavn. GTO 1982.
- Til vedlegg:
- [4] Makkonen, L.: Modeling of Ice Accretion on Wires. J. of Climate and Appl. Met. 23 1984, pp 929-939.
- [5] Ervik, M. and Fikke, S.M.: An Icing Model applied on a Planned Transmission Line. 2. Workshop on Atmospheric Icing of Structures, Trondheim, June 1984.
- [6] Mc Kay, G.A. and Thompson, H.A.: Estimating the Hazard of Ice Accretion in Canada from Climatological Data. J. Appl. Met. 8 1969, pp 927-935.
- [7] Norsk Elektrotekniske Komite: Norske normer for mekanisk dimensjonering og utførelse av elektriske luftledninger. Oslo 1965.
- [8] Grønlands Tekniske Organisation: Mekaniske Normer for højspændingsledninger i Grønland. 1. udgave 1983.

Vedlegg

Kort om grunnlaget for fastleggelse av islaster

Det eksisterer dessverre ingen metoder som både er vitenskapelig holdbare og samtidig praktisk brukbare for dimensjonering av islaster på kraftledninger. På den teoretiske siden er man kommet lengst m.h.t. skyis og i en meget fersk avhandling [4] er det utviklet en tidsavhengig modell for ising i skyer som bygger på de fysiske prosessene som finner sted. Men modellen forutsetter bl.a. kjennskap til størrelsesfordelingen av dråpene og vanninnholdet i skylufta. Disse størrelsene kan normalt variere innenfor relativt vide grenser, og det finnes ingen rutinemessige målinger av dem. Dette begrenser foreløpig brukbarheten av en slik modell. Dessuten er det en del indikasjoner på at de alvorligste isingstilfellene skyldes kombinert skyis og nedbøris.

Det er gjort forsøk med å bruke generelle klimatologiske data til å beregne sannsynlighetsfordelingen av ekstreme islaster, f.eks. i [5]. Men slike modeller har åpenbare begrensninger, og kan vanskelig brukes utenfor de områdene de er kalibrert for.

Når det gjelder nedbøris, er det gjort mindre teoretisk utviklingsarbeid enn for skyis. Nedbøris kan deles inn i underkjølt regn og snøbelegg. Inntil for få år siden, har ikke den fysiske prosessen ved snøbelegg vært klarlagt. Den største vanskeligheten med utvikling av en empirisk modell, er å skaffe tilstrekkelige og nøyaktige måledata, fordi fenomenet er relativt sjelden, og man må ha mange målestasjoner gående i mange år, før en får tilstrekkelig kalibreringsdata. I Canada ble det for en del år siden gjort forsøk på å relatere islaster fra underkjølt regn med målte nedbørhøyder [6].

De fleste land følger sine egne normer og standarder ved fastsettelsen av islaster. De norske normene [7] har vært i bruk siden 1965 og er basert på:

- a) en (sikkerhets) klasseinndeling av ledninger og
- b) en soneinndeling av islaster.

Figur 1 er hentet fra [7] og viser f.eks. at en ledning i klasse II med linediameter 2 cm i "lavtliggende strøk med middels eller liten nedbør ved 0°C" (sone C) vil bli dimensjonert for 4 kg/m.

Vi skal ikke ta opp noen diskusjon om de norske normene her, bare nevne at moderne normer blir basert på is- og vindlaster med et valgt sikkerhetsnivå, f.eks. med returperiode 50 år. Dette er bl.a. utgangspunktet for de nye "Mekaniske Normer for Høyspenningsledninger i Grønland [8].

Grunnlaget for tallfestingen av islaster i Norge, unntatt høyfjellsområdene, er altså Normene, men de blir ofte fraveket, bl.a. etter lokal beliggenhet og driftserfaringene med andre ledninger i området.

Det er altså nedbørintensitetene omkring 0°C som de norske normene bygger på, men begrepene "stor", "middels" eller "liten" nedbør er ikke definert. I grove trekk blir følgende sammenheng brukt som utgangspunkt for tallfestingen av nedbøris:

"Ekstrem" døgnedbør (mm)	Islast (kg/m)
30 - 40	2 - 4
40 - 60	4 - 5
60 - 80	5 - 6
>80	7 - 8

Med "ekstrem" døgnedbør menes antatte 50 års-verdier i temperaturintervallet -5°C - +5°C.

50 % av full islast etter diagram 1, og resten av ledningen er uten islast. Skjev islast kan opptrre på en eller flere liner samtidig.

3. KLASSIFIKASJON

Kraftledningene inndeles i tre grupper etter deres betydning og kravene til deres driftssikkerhet.

3.1 *Ledningsklasse I* omfatter særlig viktige kraftledninger.

3.2 *Ledningsklasse II* omfatter viktige kraftledninger som ikke kommer inn under ledningsklasse I, fordelingsledninger og ledninger fra kraftstasjoner hvor en kortere stans ikke fører til vesentlige økonomiske tap.

3.3 *Ledningsklasse III* omfatter lokale fordelingsledninger.

4. SONEINDELING

Ledningsracen inndeles i soner etter størrelsen av de maksimale belastninger (is- og vindlaster) som må antas å opptrre. Se diagram 1 og punkt 11.2 belastningsforutsetninger.

4.1 *Sone A* omfatter ledninger i høyfjellet og i andre spesielt utsatte strøk. Her bør vindhastighet og islast fastsettes med bistand av meteorolog med erfaring i islastangivelse, eller på grunnlag av forsøk over flere år. Fastsettes islasten på grunnlag av forsøk, skal resultatene sammenholdes med andre sammenlignbare målestasjoner med målinger over mange år. I diagram 7 er satt opp vindtrykk på isbelagt leder som funksjon av vindhastighet i m/s. I spesielle tilfelle kan det være nødvendig å gå ut over disse verdier.

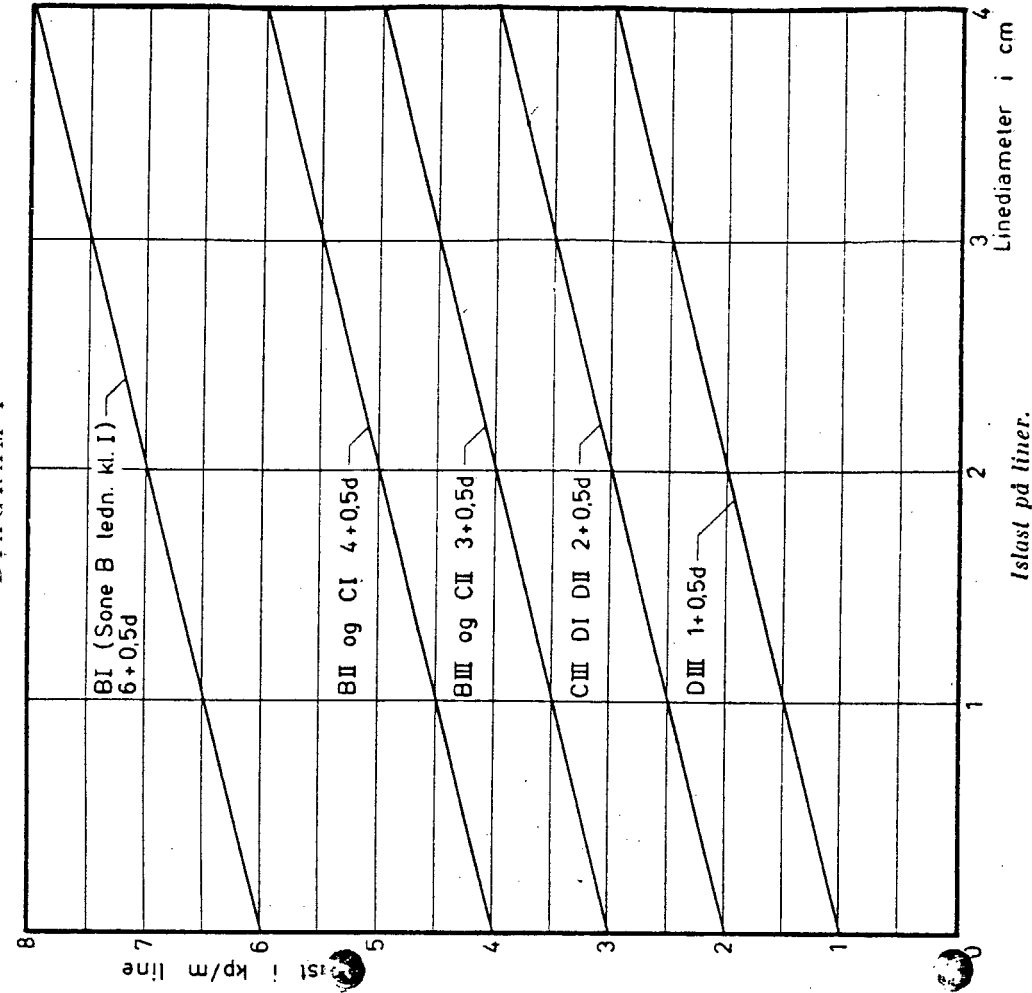
4.2 *Sone B* omfatter høyreliggende strøk, i ly for isdannende vindretninger.

Videre omfatter *sone B* lavere strøk med stor nedbør ved temperaturer omkring 0° C.

4.3 *Sone C* omfatter lavtliggende strøk med middels eller liten nedbør ved temperaturer omkring 0° C.

4.4 *Sone D* omfatter strøk hvor en har lang erfaring for at bare ubetydelige islast og vindhastigheter mindre enn 30 m/s opptrrer.

Figur 1. Ledningsklassifikasjon, soneinndeling og islastkurver i de norske normene [7].



Soneinndeling: Se punkt 4.

Istlast på liner.

Sone A. For ledninger i høyfjellet og i spesielt utsatte strøk gjelder ikke dette diagram. For slike strøk bør en søke meteorologisk bistand eller på annen måte få klarlagt hvilke islasten en kan vente vil opptrre.
Sone B. Høyreliggende, men «beskyttede» strøk, samt lavtliggende strøk med stor nedbør ved 0° C.

Sone C. Lavtliggende strøk med middels eller liten nedbør ved 0° C.

Sone D. Strøk hvor en har lang erfaring for at bare ubetydelige islast og vindstyrker mindre enn 30 m/s opptrrer.

Klasseinndeling: Se punkt 3.

DNMI - KLIMAAVDELINGENS FAGRAPPORTER

- 1/84 NORDLIE, P E:
KLIMAGRANSKINGAR I NVE'S PROSJEKTOMRADE FOR KRAFTUTBYGGING.
Statusrapportar 1983, administrativ del
Oppdragsgjevar: NVE - Statskraftverka
- 2/84 AUNE, B:
ROGNMOEN GRUSTAK Eventuelle lokale klimaendringer
08.06.1984
Oppdragsgiver: Statens vegvesen, Vegsjefen i Troms fylke
- 3/84 FØRLAND, E J:
PAREGNELIGE EKSTREME NEDBØRVERDIER
03.07.1984
Oppdragsgiver: NVE - Hydrologisk avdeling
- 4/84 FØRLAND, E J og IDEN, K A:
EKSTREM NEDBØR I LØPET AV 1 - 30 DØGN
Observede og beregnede verdier for 49 stasjoner
03.07.1984
Oppdragsgiver: Vassdragsregulantenenes Forening
- 5/84 NORDLIE, P E:
E6 MOGREINA - BOKSRUD Klimavurdering av konsekvensane ved
kryssing av Andelva
05.07.1984
Oppdragsgjevar: Statens vegvesen, Vegsjefen i Akershus fylke
- 6/84 NORDLIE, P E:
KLIMAENDRINGAR PA GRUNN AV IS I INDRE NORDFJORD
05.07.1984
Oppdragsgjevar: NVE - Statskraftverka
- 7/84 FIKKE, S M:
KRAFTLEDNING TIL ILULISSAT/JAKOBHAVN
Meteorologiske vurderinger
25.10.1984
Oppdragsgiver: Grønlands Tekniske Organisasjon
- 8/84 FIKKE, S M:
KRAFTLEDNINGSTRASEER TIL ILULISSAT/JAKOBHAVN
Reiserapport etter studietur 31.08-10.09.1984
25.10.1984
Oppdragsgiver: Grønlands Tekniske Organisasjon