

DNMI - RAPPORT

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT
POSTBOKS 320 BLINDERN 0314 OSLO 3
TELEFON : (02) 60 50 90

ISBN

RAPPORT NR.

56/85 KLIMA

DATO

17.12.1985

TITTEL

132 KV KRAFTLEDNING BUKSEFJORD-GODTHÅB
REVURDERING AV ISLASTER.
KOMBINERTE IS- OG VINDLASTER

UTARBEIDET AV

SVEIN M. FIKKE

OPPDRAGSGIVER

GRØNLANDS TEKNISKE ORGANISATION

OPPDRAGSNR.

SAMMENDRAG

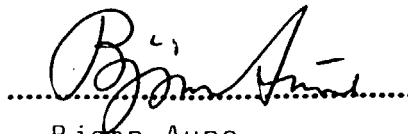
Det er ikke funnet grunn til å endre de islastene som er gitt tidligere. Målinger fra Inugssugssuaq kan gi grunnlag for å endre ekstreme is- og kombinasjonslaster. Det er gitt partielle islaster for kryssningen av Ameralik. Normenes metode 1 er anbefalt for kombinasjonslaster opp til 25 kg/m, mens metode 2 er anbefalt for høyere islaster.

UNDERSKRIFT



Svein M. Fikke

SAKSBEHANDLER



Bjørn Aune

FAGSJEF

132 KV KRAFTLEDNING BUKSEFJORD - GODTHÅB

REVURDERING AV ISLASTER. KOMBINERTE IS- OG VINDLASTER

1. INNLEDNING

Dispositionsforslaget [1] for en kraftledning fra Buksefjord til Godthåb inneholder en del generelle vurderinger av isingsforholdene i vest-Grønland. Dessuten er det gitt anslag for sannsynlige islaster for traseen basert på tilgjengelige meteorologiske data, befaring i terrenget og topografiske kart. Et oversiktskart over traseen er vist i figur 1.

Senere er det utarbeidet en analyse av Alix Rasmussen ved Meteorologisk Institut MI i København, over vind- og islaster for samme trase [2]. Den rapporten presenterer også en del nyere data som bl.a. ajourførte nedbørsobservasjoner for Godthåb og analyser av GTOs målinger fra stasjon 227 PRÆSTEFJELDET.

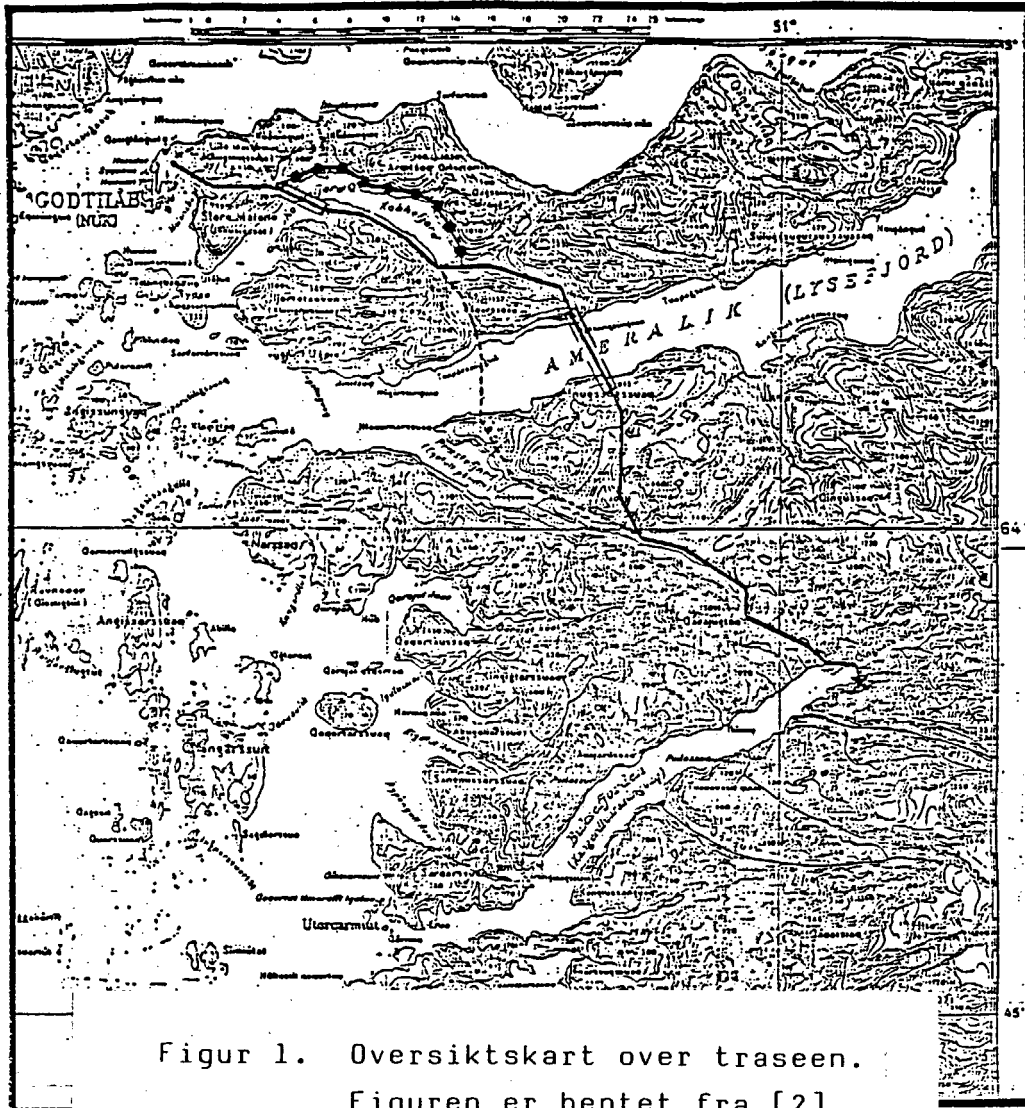
Under et møte hos GTO den 23. oktober 1985 ble det bestemt å foreta en revurdering av islastene, gjøre en særskilt vurdering av fjordspennet over Ameralik, gjøre anslag over vindens normalkomponenter langs traseen og til sist vurdere kombinerte is- og vindlaster for ledningen. Vindens normalkomponenter er utarbeidet ved MI og påført trasekart.

2. REVURDERING AV ISLASTER

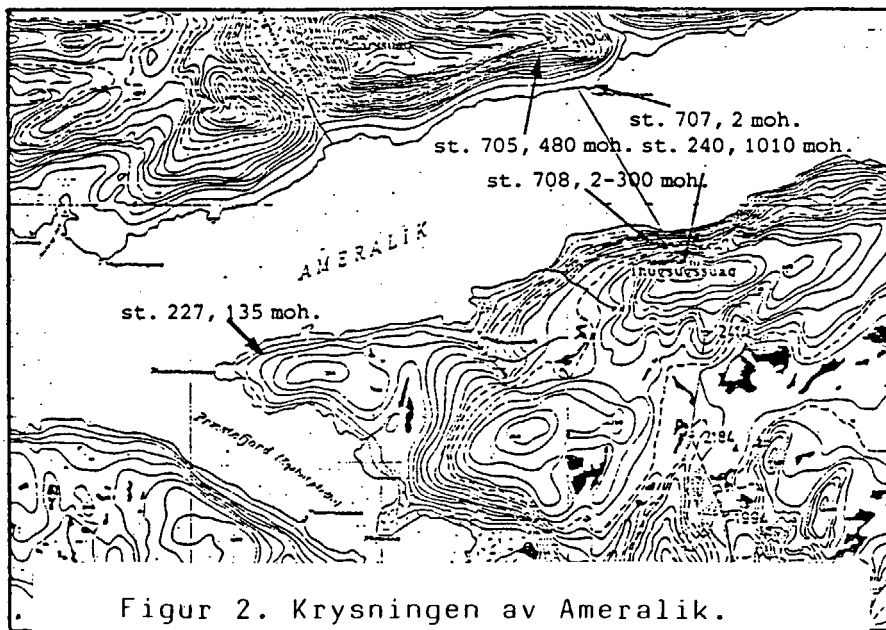
2.1. Generelt.

En revurdering av islastene for en kraftledning bør baseres på ett eller flere av følgende forhold:

1. Nye meteorologiske data.
2. Nye isingsdata
3. Nye modellberegninger
4. Nye befaringer.
5. Omlegginger av traseen.



Figur 1. Oversigtskart over traseen.
Figuren er hentet fra [2].



Figur 2. Kryssningen av Ameralik.
Figuren er hentet fra [2].

I dette tilfellet er det de tre første punktene som ligger til grunn for revurderingene.

2.2. Nedbøris.

Dispositionsforslaget [1] bygget vesentlig på meteorologiske data for perioden 1931-60. A. Rasmussen [2] har påvist at det senere er målt vesentlig høyere verdier for døgnedbøren, idet det to ganger er målt mer enn 100 mm (114 og 108 mm) i Godthåb etter 1960. Temperaturen i disse to tilfellene var mellom +3 og +5°C. Disse to situasjonene kunne ha gitt relativt betydelige mengder nedbøris som snøbelegg på litt høyereliggende steder, eventuelt litt lenger inn fra kysten, forutsatt at nedbøren var like sterk der. Vinden i disse nedbørtilfellene er ikke kjent.

En noenlunde tilsvarende situasjon inntraff i Norge ved Bergen i ca. 600 m høyde i desember 1982 [3]. Den gangen ble en prøve av isen veid til 5 kg/m. Største målte døgnedbør i omegnen var i dette tilfellet 76,5 mm. Ledningen hadde i dette tilfellet en svært ugunstig retning i forhold til vinden og terrenget ga ingen skjerming, trolig ble den heller forsterket i området ved kraftledningen p.g.a. topografiske forhold. Vindhastigheten ble anslått til å være av størrelsesorden 30 m/s.

På Buksefjord-Godthåb ledningen er islastene satt noe høyere (10-15 kg/m) i tilsvarende høyder, og med noe mer skjerming. På grunn av de meget usikre forholdene ble islastene vurdert relativt konservativt i [1], og de nye opplysningene synes derfor ikke å gi grunn til ytterligere økninger.

2.3. Skyis.

A. Rasmussen [2] har også laget en analyse av skyis basert på data fra Godthåb. Denne analysen antyder også islaster av samme størrelsesorden som [1]. Avvikene for resulterende islaster er

mindre eller lik 5-10 kg/m for hele ledningen.

(I parentes kan det nevnes at det erfaringsmessig er vanskelig å beregne skyis bare ut fra meteorologiske lavlandssstasjoner. Selv med fjellstasjoner og/eller radiosondedata kan det være vanskelig å identifisere tilfeller med ising [4]).

I september 1984 ble det montert en ismålestasjon på toppen av Inugssugssuaq (1013 m o.h.), se figur 2. Denne stasjonen ga ingen pålitelige data for sesongen 1984/85 pga. driftsproblemene. Pålitelige isingsdata derfra anses for å være det viktigste utgangspunktet for en revurdering av de mest ekstreme isingsforholdene langs traseen. Revurderinger på det nåværende stadium anses derfor for å være for spekulative. Islastene i [1] anses fortsatt for å være på den konservative siden.

2.4. Ameralik - krysningen.

Bortsett fra øvre del av spennet ved Inugssugssuaq, og muligens spennfestet på nordsiden, er spennet bare utsatt for nedbøris. Det antas at lave skyer i Ameralik har et lite vanninnhold (og at vindhastigheten på tvers av spennet muligens er for liten i slike tilfeller) til at det kan dannes skyis utover relativt tynne lag av lett rim.

Fjordspennet vil bli ca. 5200m langt med en høydeforskjell mellom buken og øverste spennfeste på nær 1000m. Høydeforskjellen mellom spennfestene er ca. 580 m.

Med en antatt vertikal temperaturgradient på $0,5^{\circ}/100\text{m}$ [2] vil vi altså ha et temperaturfall på ca. 5° fra buk til topp. Selv om vi har sparsomme data for dannelsen av snøbelegg, blir det vanligvis antatt at det i enkeltsituasjoner bare forekommer innenfor høydeintervaller på mindre enn 200 m (ca), ofte bare innenfor 50-100 m.

Selv om [2] viser at isingsfaren øker med høyden, vil spennet også bli brattere. Utgangsvinkelen fra Inugssugssuaq er ca 30° . Et høydeintervall på 100 m tilsvarer altså 200 m spennlengde. En islast på f.eks. 25 kg/m over denne delen av spennet tilsvarer derfor bare ca. 1 kg/m i gjennomsnitt for hele fjordspennet.

Ved øvre spennfeste er islasten vurdert til størrelsesorden 40 kg/m. Erfaringsmessig dannes det en tilsvarende islast på øvre del av spennet, men denne islasten avtar mot null når ledningen kommer et par ti-metre under toppens nivå. Setter vi 40 kg/m på de første 100 m av spennet, vil dette bety 0,8 kg/m i gjennomsnitt totalt. Denne partiallasten må det likevel tas hensyn til ved beregning av frihøyden over det lokale terrenget.

Nær buken blir selvsagt en mye større del av spennet islagt, men her kan det neppe bli tale om islaster på mer enn 5-7 kg/m i gjennomsnitt over mindre enn halve spennlengden.

Islastene som er angitt i [2] for fjordspennet, synes å være i høyeste laget. Terrenget vil gi en så god skjerming, særlig på sørsiden av Ameralik, at isingen på linene må bli langt lavere. Det anbefales derfor en sterkere avtrapping islastene fra toppen og ut i spennet. Trolig vil det være tilstrekkelig konservativt å anta islaster på mindre enn 15 kg/m under kote 800, og i tabell 1 er det foreslått en gradering med høyden for beregning av partiallaster. For hvert høydeintervall antas islasten å øke lineært med høyden. Islasten antas videre bare å representere et høydeintervall på 100 m og at resten av spennet er isfritt.

For nordsiden av spennet er dekkningen mindre, og det antas derfor en raskere økning med høyden.

En samlet vurdering av disse forhold tilsier at islasten neppe kan overstige 3-4 kg/m i gjennomsnitt for hele spennet.

Tabell 1. FORSLAG TIL PARTIALLASTER FOR FJORDSPENNET OVER AMERALIK.

Innenfor hvert høydeintervall antas islasten jevnt økende med høyden.

	HØYDEINTERVALL (m)	ISLAST (kg/m)
Sørsiden:		
	900 - 1050	25 - 40
	800 - 900	15 - 25
	600 - 800	10 - 15
	0 - 600	5 - 10
Nordsiden:		
	0 - 450	5 - 25

3. KOMBINERTE LASTER

I Normene [5] punkt 10.4.4 er det angitt at de kombinerte lastene av is og vind kan beregnes etter den ene av følgende to metoder:

1. "Islast med lille sandsynlighet for at blive overskredet et vilkårligt år kombinert med en vindlast med stor sandsynlighet for at blive overskredet et vilkårligt år, jfr. § 10.4.4.1."
2. "Islast med stor sandsynlighet for at blive overskredet et vilkårligt år kombinert med en vindlast med lillesandsynlighed for at blive overskredet et vilkårligt år, jfr. § 10.4.4.2."

Disse to metodene uttrykkes matematisk som:

1. Islast: $i_{vs} = i_k$ (1)

Vindhastighet: $v_{is} = 0,55 \cdot v_k$

2. Islast: $i_{v2} = 0,5 \cdot i_k$ (2)

Vindhastighet: $v_{i2} = 0,8 \cdot v_k$

i_k og v_k står for henholdsvis karakteristisk islast og karakteristisk vindhastighet.

Som karakteristisk vindhastighet er underforstått vindens normalkomponent til ledningen. Normalkomponentene er av MI påført et trasekart.

Generelt kan det sies om kombinerte laster, at på steder der ising forventes meget sjelden, kan en regne med lave kombinasjonslaster. På utsatte fjelltopper f.eks., der en må regne med årvisse islaster, og at isen dessuten kan henge på ledningene over en stor del av sesongen, blir sjansen mye større for at høye vindhastigheter kan opptre på isbelagt leder. Dessverre finnes det ingen pålitelige data eller metoder for beregning av kombinerte laster, og disse må derfor fastsettes etter etablert praksis (normer) kombinert med skjønn.

I tabell 2 er det satt opp tre eksempler med de kombinasjonene (1) og (2) gir. Vindtrykket p er beregnet av formelen:

$$p = c \cdot \frac{v^2}{16} \cdot d \quad (3)$$

der vindhastigheten v er gitt i m/s og diameteren d i m. Benevningen for vindtrykket blir da kp/m. Formfaktoren c antas for enkelthets skyld lik 1, (forøvrig vises til Normenes punkt 10.3.4.3.).

Eksempelene i tabell 2 er valgt fra 3 last-tilfeller på ledningen, med islaster henholdsvis 10, 15 og 40 kg/m med tilhørende $v_k = 45$ m/s i det første tilfellet og $v_k = 55$ m/s i de to siste.

Siden IEC-normene ikke er gjennomført i Norge, er det i tillegg ført opp de sannsynlige kombinasjonslastene etter nåværende norsk praksis. I Norge antas det bare kombinasjonslaster når

Tabell 2. EKSEMPLER PÅ VINDTRYKK VED KOMBINERT IS OG VIND.

ik = karakteristisk islast (kg/m)
iv = islast kombinert med vind (kg/m)
d = isdiameter (cm)
vk = karakteristisk vindhastighet (m/s)
vi = vindhastighet kombinert med is (m/s)
p = vindtrykk (kp/m)

Metode: Se teksten.

	ik	iv	d	vk	vi	p
EKSEMPEL A.						
Metode 1:	10	10	14	45	25	5.5
Metode 2:	10	5	10	45	36	8.1
Norsk praksis:	10	3	8	45	35	6.1
EKSEMPEL B.						
Metode 1:	15	15	17	55	30	9.6
Metode 2:	15	7.5	12	55	44	14.5
Norsk praksis:	15	5	10	55	42	11.0
EKSEMPEL C.						
Metode 1:	40	40	27	55	30	15.2
Metode 2:	40	20	19	55	44	23.0
Norsk praksis:	40	20	20	55	42	22.1

islaster overstiger 8-10 kg/m, idet en antar at for lavere islaster opptrer isingen så sjelden at vindtrykket i slike situasjoner blir mindre enn vindtrykket for maksimal vindhastighet (karakteristisk vind).

Normalt beregnes det i Norge en islast på 25-50% av full islast varierende med antatt varighet av islasten, eller i praksis 25-30% under 20 kg/m økende til 50% ved 40-50 kg/m islast. Vindhastigheten antas normalt til 75-80% av karakteristisk vindhastighet. I tabell 2 er det valgt 30% islast i de to første eksemplene og 50% i det siste. I alle tilfeller er det brukt 75% av vindhastigheten (avrundet).

Vi ser av tabell 2 at metode 2 gir et høyere vindtrykk enn metode 1, og at vindtrykkene etter norsk praksis ligger et sted i mellom, eller nærmest metode 1 for laster opp til

ca. 15 kg/m og omtrent lik metode 2 for de høye lastene.

Forholdene for Buksefjord-Godthåb ledningen vurderes slik at ising vil inntreffe sjeldnere enn f. eks. i vest-Norge. Dessuten antas det at forskjellene mellom maksimal vindhastighet og påregnelig vindhastighet under ising er større på vest-Grønland enn i Norge. Disse forhold gjør at kombinasjonen etter metode 1 trolig er den mest realistiske for islaster opp til (20-)25 kg/m.

Når det gjelder Inugssugssuaq er forholdene mer usikre. Det er å håpe at målestasjonen vil gi en indikasjon på isingsfrekvenser og varigheter av store islaster på dette stedet. Inntil videre vil en sannsynligvis være på den sikre siden ved å velge kombinasjonslast etter metode 2.

For de strekningene som har islaster mindre eller lik 8 kg/m blir det altså ikke normalt beregnet kombinasjonslaster i Norge. Det antas som ikke sannsynlig at kombinasjonslasten er større for disse strekningene på Buksefjord-ledningen enn på tilsvarende steder i Norge.

4. SLUTTKOMMENTAR

Både islaster og vindhastigheter er satt etter relativt grove inndelinger både geografisk og størrelsesmessig. Ledningene ligger også i et område hvor man har lite erfaringer å bygge på. I tillegg skal det brukes et nytt normapparat som ikke tidligere er brukt for tilsvarende topografiske forhold. Prosjektet kan derfor betraktes som et "pilot"-prosjekt. Disse Momentene tilsier at man må beholde en løpende kontrakt mellom de forskjellige partene. Spesielt skal det påpekes at islastene trolig jevnt over er på den konservative siden. Dersom det oppstår problemer eller spørsmål i forbindelse med

klimalastene under prosjekteringen, er det viktig at disse blir drøftet konkret. Særlig har topografien stor betydning og detaljene her er ikke vurdert ut fra en helt konkret linje i terrenget.

Spesielt har det vist seg nyttig at traseen vurderes i terrenget etter at traseen er fastlagt og masteplassene tilnærmet bestemt.

REFERANSER

- [1] Jacobsen, D., Løland, Ø. og Fikke, S.M.: 132 kv Transmissionslinje Buksefjord-Godthåb. Dispositionsforslag. September 1983. Tron Horn A/S.
- [2] Ramussen, A.: Estimering af vind- og islaster for kraftlednings-trasé fra Buksefjord til Godthåb. Meteorologisk Institut, København, 1985.
- [3] Fikke, S.M.: 300 kv kraftledning Dale-Fana. Revurdering av is- og vindlaster. EFI TR 3154/DNMI FR 11/84 KLIMA. Oslo 1984.
- [4] Fikke, S.M.: NVEs islaststasjoner. Rapport for sesongene 1983/84 og 1984/85. DNMI Rapport nr. 53/85 KLIMA. Oslo 1985.
- [5] Mekaniske Normer for Høyspenningsledninger i Grønland. 1. udgave 1983. Udarbejdet av GTO.