

DNMI - RAPPORT

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

ISBN

RAPPORT NR.

20/85 KLIMA

DATO

13.05.1985

TITTEL

KLIMARAPPORT FOR ALTAUTBYGGINGA

UTARBEIDET AV

Yngvar Gotaas (NILU)
Per Eyvind Nordlie (DNMI)

OPPDRAAGSGIVER

DNMI , etter løyve frå Alta herredsrett

OPPDRAAGSNR.

SAMMENDRAG

Rapporten gjev ei kort utgreiing om klimaet i Alta-området og om dei klimatologiske verknadene av den komande vassdragsreguleringa.

På strekninga frå kraftstasjonen til Parila vil elva isleggje seg seinare enn under uregulerte tilhøve, og dette fører til at det blir knapt 10 fleire frostrøykdagar i året enn det er i dag.

Vasstemperaturen i elva blir noko lågare om sommaren på grunn av reguleringa. Difor vil også temperaturen på varme sommardagar bli lågare ved elvebakkenn. Storleiken vil vera tidels gradar.

UNDERSKRIFT

Per Eyvind Nordlie

Per Eyvind Nordlie

SAKSBEHANDLER (DNMI)

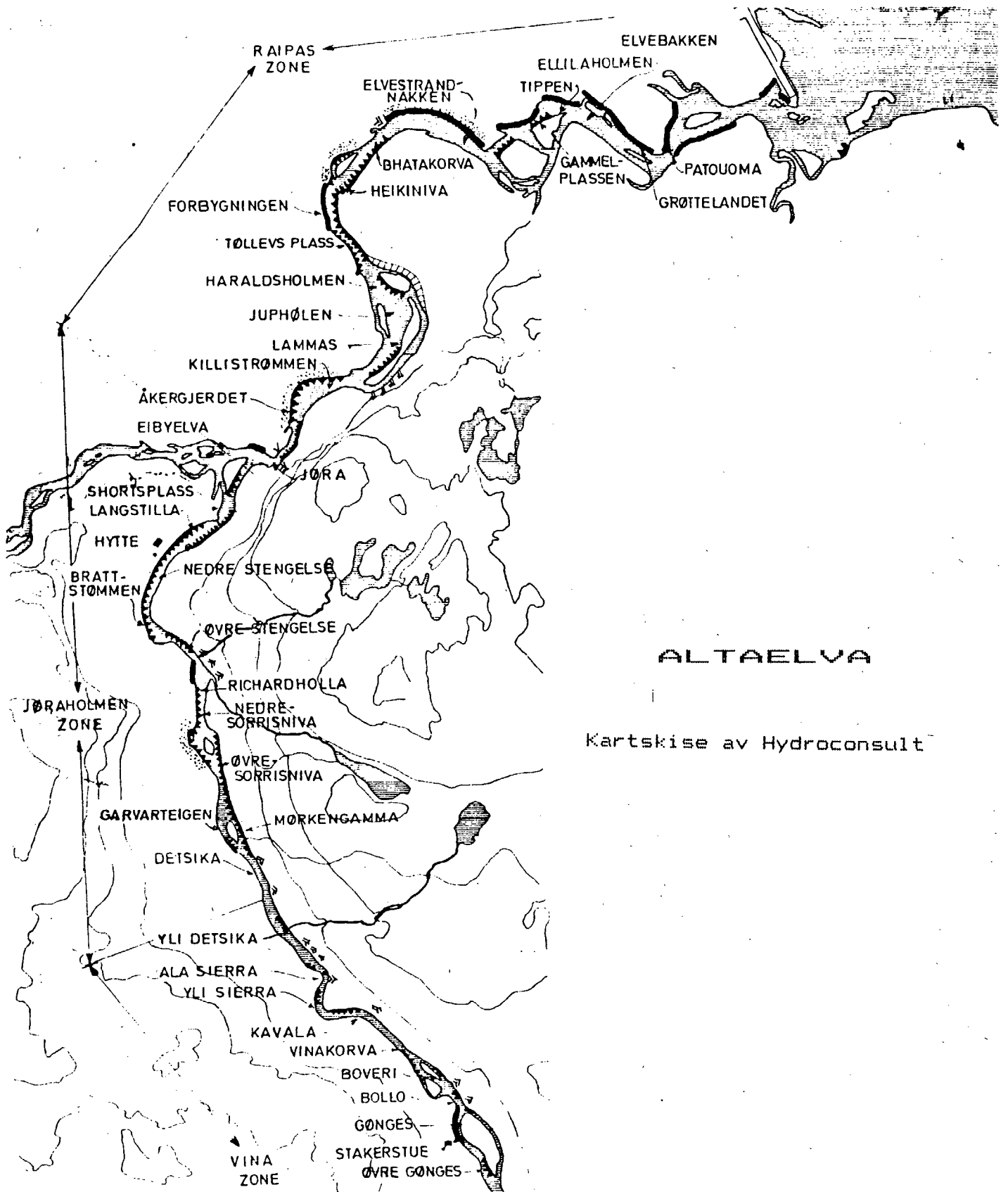
Bjørn Aune

Bjørn Aune

FAGSJEF

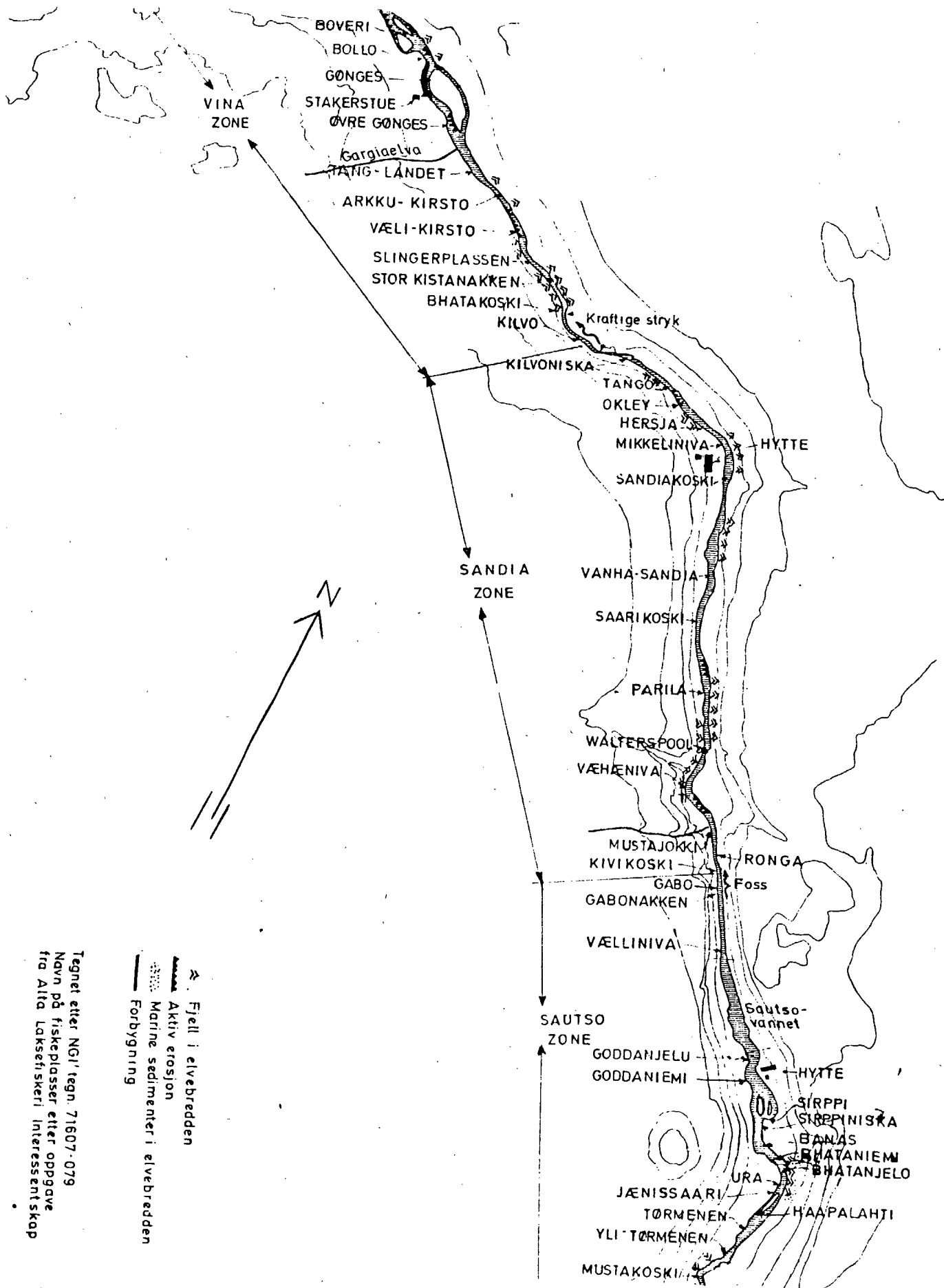
Rapporten er opphavelig skriven for Alta herredsrett - skjønet for Altautbygginga. I møte i tida 15.-18.04.1985 gav skjønnsretten DNMI løyve til å publisere rapporten som fagrapport.

Rapporten er publisert utan endringar frå originalen utanom at nokre trykkfeil er retta og det er satt inn eit oversiktskart foran sjølve rapporten. I rapporten er eit par namn på observasjonsstasjonar ikkje skrivne i samsvar med DNMI's vanlege skrivemåte.



ALTAELVA

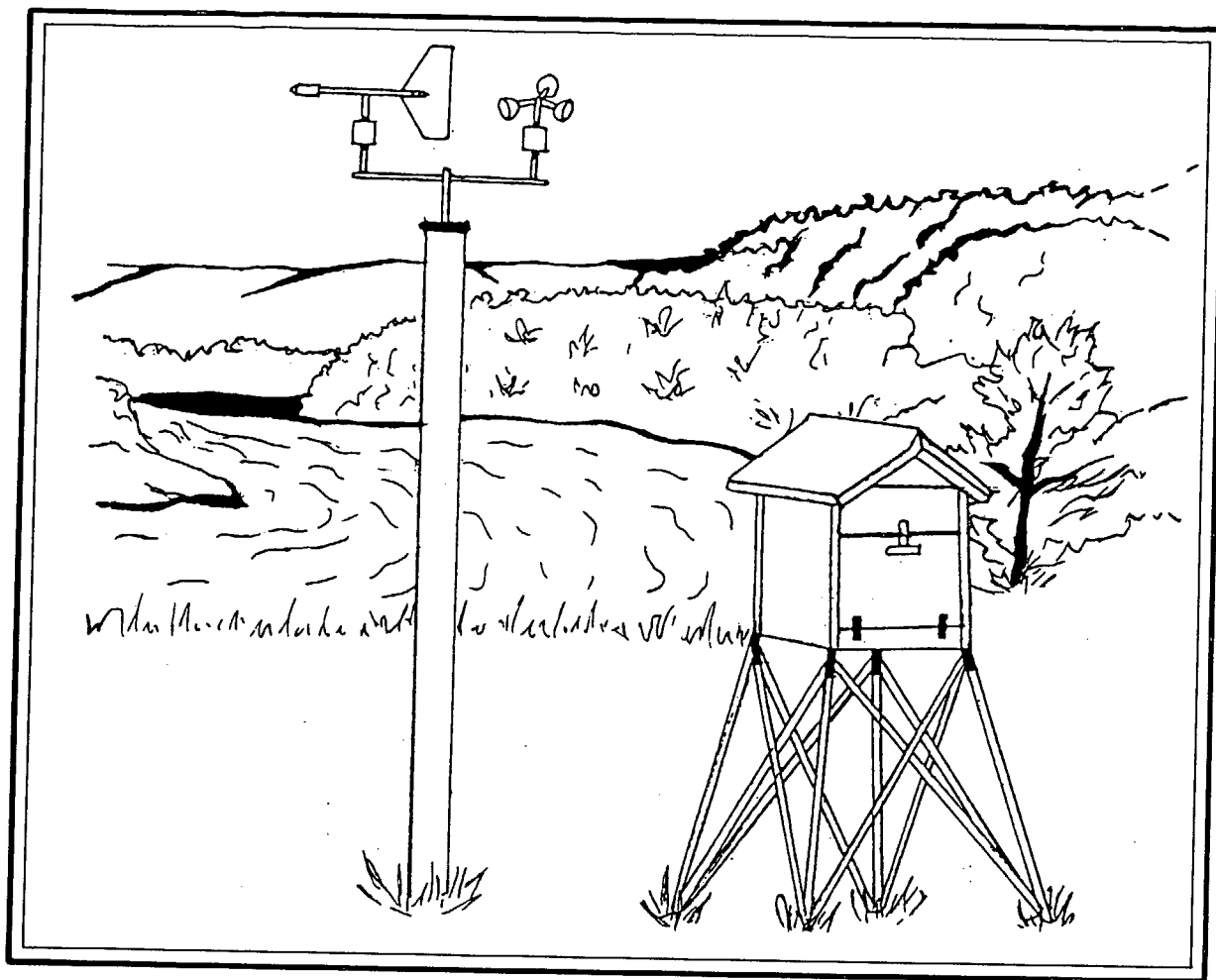
Kartskise av Hydroconsult



- ▲ Fjell i elvebredden
- ▨ Aktiv erosjon
- ▤ Marine sedimenter i elvebredden
- Forbygning

Tegnet etter NGI' tegn. 71607-079
 Navn på fiskeplasser etter oppgave
 fra Alta Laksefiskeri Interessentskap

ALTAUTBYGGINGA - SKJØNN



Etappe 1: ALTAELVA fra ŠAVČO til åmotet med EIBYELVA

Klimarapport

av

Yngvar Gotaas og Per Eyvind Nordlie

Oslo, Mars 1985

INNHALD

	Side
Føreord.	
1. Klimaet i reguleringsområdet ved Altaelva og Altafjorden.	2
1.1 Storskala klima.	3
1.2 Nedbør.	3
1.3 Vind.	5
1.4 Temperatur.	7
1.5 Arstid og veksttid.	12
1.6 Fordamping frå fri vassflate.	15 16
2. Altautbyggingen.	
2.1 Mulige innvirkninger på lokalklimaet.	17
2.2 Mulige endringer i lokalklimaet på strekningen demningen - Joatkajokka.	17
2.3 Strekningen Sav'co - Eibyelva.	18
2.4 Oppsummering.	19 19
3. Frostrøyk.	
3.1 Generelt om frostrøyk.	20
3.2 Frostrøyk ved Altaelva.	20
3.3 Rim.	22 24
4. Konklusjon.	25
5. Litteratur.	26
A. Klimatabeller.	27
B. Klima - Altavassdraget Vind- og temperaturmålinger ved damanlegget 1984.	29
C. Frostrøyk, frekvensutrekning.	
C.1 Meteorologiske vilkår for frostrøyk.	37
C.2 Frostrøykobservasjonar.	37
C.3 Frostrøyk over Altaelva.	39
C.4 Oppsummering.	40 44

FØREORD

Ein viser til sak 18/1979 B der underteikna er oppnemnde som klimasakkunnige. Nordlie vart oppnemnt i januar 1980, jamfør brev frå dåverande skjønnsstyrar, sorenkrivar Tor Falch av 14. januar. Samstundes vart også Arne K. Sterten oppnemnt som klimasakkunnig, men har seinare trekt seg, brev til sorenkrivaren av 27. april 1982. Som ny klimasakkunnig etter Sterten vart Gotaas oppnemd, jamfør brev frå sorenkrivaren av 29. september 1982.

I brev av 13. juni 1980 vart oppdraget gjeve til dei klimasakkunnige. Dei vart bedne om å uttala seg om reguleringa ville føre til klimaendringar langs vassdraget og i indre del av Altafjorden

Denne rapporten femner om første etappe i elveskjønnet frå åmotet med Eibyelva til utlaupet frå kraftstasjonen. Rapporten byggjer på vurderingar og målingar frå andre stader der det har vore kraftutbygging, målingar i Alta-området langs vassdraget og det generelle stasjonsnettet til Det norske meteorologiske institutt (DNMI). Dessutan dreg vi nytte av ei klimagransking som Forsvarets forskingsinstitutt (FFI) har gjort i Troms.

Når det gjeld vindtilhøva i Sav'co, har vi hatt nytte av målingar på anleggsstaden og dessutan av Per - Ove Kjenslis studiar av kaldluftsdrenering ovafor anleggsstaden. I april 1984 var Kjensli med på feltarbeid ved Vir'dnejav'ri og Ladnetjav'ri.

Vi takkar Tove Langgård for arbeidet med skrivning og redigering av rapporten. Ein takk også til Kolbrun Jonsdottir for teikning av figuren på framsida og figur 1.2.

Yngvar Gotaas

Per Eyvind Nordlie

1. KLIMAET I REGULERINGSSOMRADET VED ALTAELVA OG ALTAFJORDEN.

1.1 Storskala klima: Før ein kjem inn på reint lokale vertilhøve, kan det vera nyttig å sjå på dei storstila luftstraumane som er med å skape ver og klima i Vest-Finnmark.

Om vinteren går det ein straum av lågtrykk utafor kysten av Finnmark. Dei kjem oftast frå sørvest eller vest og plar vera intense på denne årstida. Sjølv om lågtrykka sjeldan kjem inn over land, er det større sjanse for at det tilhøyrande nedbørområdet sveiper over landet og gjev snø. Vindretninga varierer i slike situasjonar etter eit mønster. I det lågtrykket er på veg inn, er det sør eller sørvest vind, seinare går han over til vest for til slutt å dreie til nordvest. Luftmassane inneheld mykje røme, men terrenget bestemmer i høg grad kvar denne rømen skal bli felt ut som nedbør. Mykje av nedbøren fell på vestsida av dei høge fjella i Lyngen. Her kan det ta til å snø så snart varmlufta er på veg inn og halde på utan stans slik at nedbøraktiviteten først blir avslutta etter at nordvesten har stilna.

I Vest-Finnmark gjev også det første innbrotet av havluft snø, men her kan det bli oppklaring inntil vinden har dreia over på nordvest og byeverket set inn. Alt i alt er det byeverket som gjev mest snø i Alta-området.

Langt sjeldnare kjem det inn nedbørområde frå nordvest enn frå vest og sørvest. Men når det først hender, kan det føre til mykje snø i Vest-Finnmark.

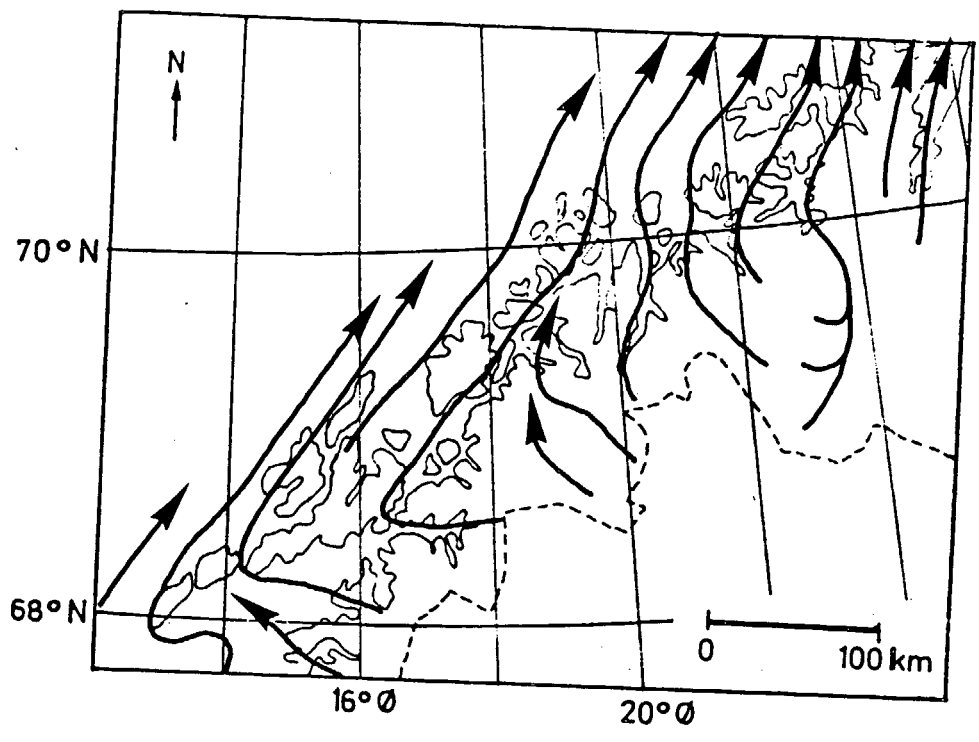
Trass i at versituasjonane varierer er det likevel kaldluftsdreneringa frå kontinentet og ut mot havet som dominerer nær bakken, slik figur 1.1a viser. Ofte kan det vera lite vind inne på vidda, medan vinden blir mykje sterkare der terrenget heller brattast ned mot havet. Også ute i fjordane kan denne kaldluftsdreneringa merkast godt som kald snø.

Om sommaren er det mest vanleg at bakke-vinden bles frå havet inn mot land, slik figur 1.1b viser. Likevel er ikkje denne vinden så dominerande som dreneringsvinden om vinteren.

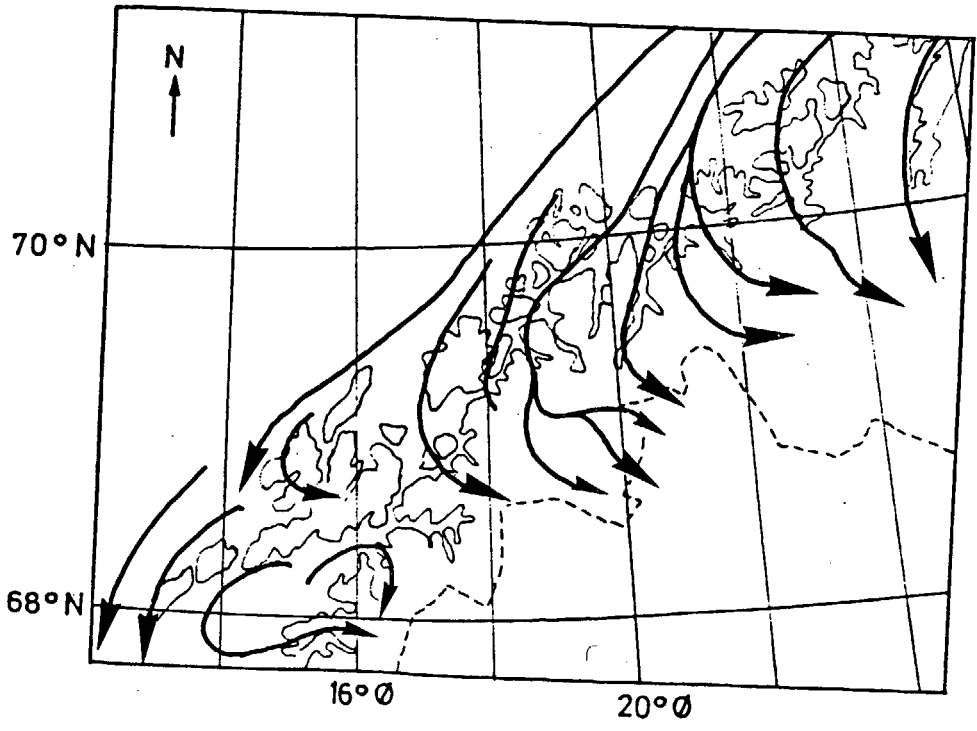
Lenger oppe i atmosfæren er også om sommaren vestlege vindar dei vanlegaste. Dei fører med seg dei vandrande lågtrykksystema som ofte når Vest-Finnmark. I motsetnad til om vinteren kjem lågtrykksentra lett innover land og dette fører gjerne til nedbør. Dessutan kan oppvarming av lufta over vidda gje byenedbør.

Dersom det om sommaren blir liggjande høgtrykk søraust for Finnmark, kan vi få det ekstra varme veret som Finnmark til sine tider er så kjent for. Da kan temperaturen kome opp mot 30 gradar, rekorden for Alta er jamvel 32.5 gradar.

Det varme veret kan vara ved i dagevis såfremt det stasjonære høgtrykket blir liggjande og syter for å halde den varme luftstraumen ved lag. Men når først omslaget kjem, kan endringa bli radikal i det dei varme luftmassane frå kontinentet blir avløyste



Figur 1.1a
Dei vanlegaste vindretningane om vinteren (Werner-Johannessen, 1960).



Figur 1.1b
Dei vanlegaste vindretningane om sommaren (Werner-Johannessen, 1960).

av luftmassar frå havet. Det at Finnmark ligg ut mot havet samstundes som det finst store kontinent i sør og aust, gjev rom for desse store skilnadene i sommarveret.

- 1.2 Nedbør. For å få eit oversyn som viser korleis nedbøren varierer i områda rundt omkring Alta, har ein sett opp tabell 1.1 som syn-er nedbørnormalane for dei næraste meteorologiske stasjonane i området. Ein nedbørnormal er gjennomsnittet av nedbøren for ei såkalla normalperiode som i meteorologien er fastsett til 30 år. Den perioden som no er i bruk går frå 1931 til 1960 og det er såleis denne perioden som er vist i tabellen.

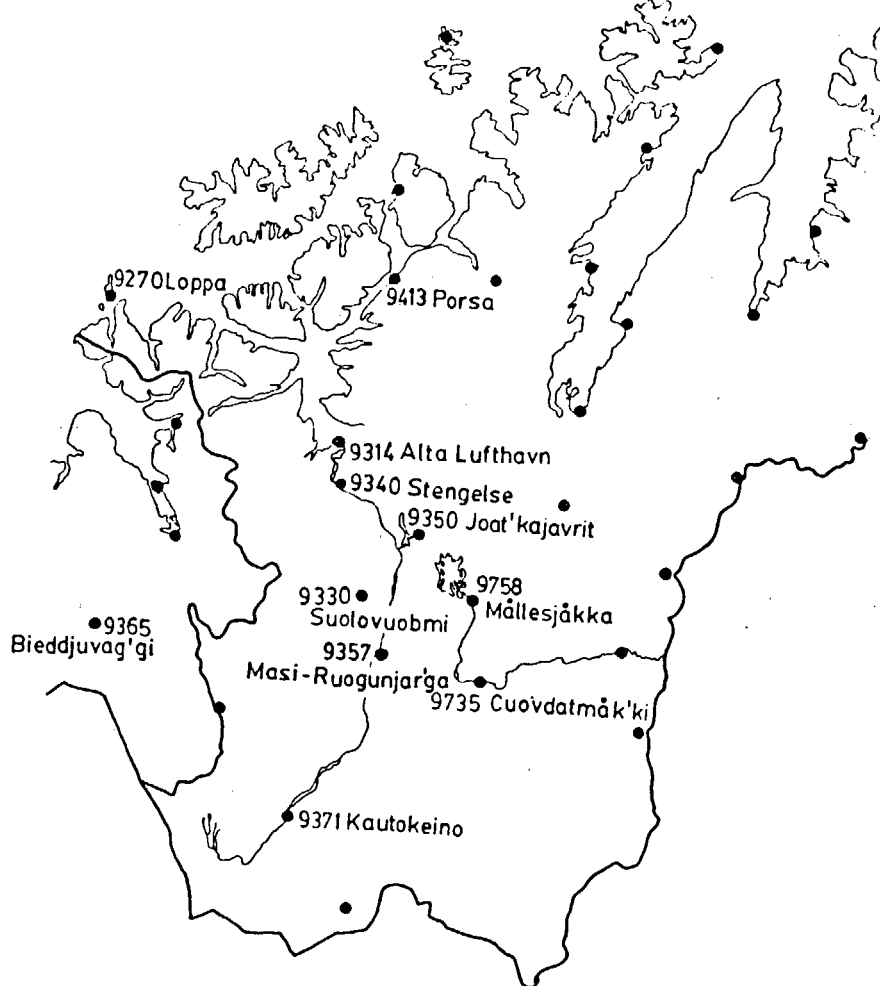
Stasjonane er i tabellen ordna etter breiddegraden slik at dei nordlegaste stasjonane er nemnt først, sjå figur 1.2. Dette tilsvarar også grovt sett eit oppsett etter avstand frå kysten. Ved å studere normal årsnedbør, ser ein at det er ein tydeleg tendens til at nedbøren ute i fjorden er større enn i fjordbotnen i Alta og inne på vidda. Såleis har Porsa II 615 mm medan stasjonen Kautokeino har 315 mm. Det er den stasjonen som har minst nedbør.

Vi har allereie vore inne på at terrenget verkar inn på fordelinga av nedbøren. Dette fører til at nedbørnormalar kan variere vesentleg innafor snevre område. Eit eksempel på dette er skilnaden mellom dei nærliggjande stasjonane Alta lufthavn og Alta-Elvebakken. I Alta-området kjem den vanlegaste nedbørførande vinden i sektoren frå vest til nord. Dermed vil nord- og vest-skråningar få mest nedbør, medan område som ligg i le av disse høgdedraga vil få minst nedbør. Der terrenget skrånar opp mot vidda, må ein rekne med at det fell meir nedbør enn i Alta. Akkurat der finst det ingen nedbørstasjon, men den relativt høge nedbørverdien for Joat'kajavrit indikerer dette. At Bieddjuvaggi har mykje nedbør jamført med dei andre stasjonane på vidda, kjem av at han er plassert på eit høgdedrag heile 701 m.o.h..

Nedbørfordelinga over året er eit av kriteria som blir brukt til å avgjera om ein stad har preg av innlandsklima eller havklima. Der månadsnedbøren om vinteren er større enn månadsnedbøren om sommaren, er det havklima og der månadsnedbøren om sommaren er større enn månadsnedbøren om vinteren, er det innlandsklima.

Vi ser av tabellen at i Alta tettstad er det sommarnedbøren som dominerer slik at Alta, trass i at det ligg ved fjorden, har innlandsklima. Av tabellen ser ein vidare at di lenger utover fjorden ein går di meir blir klimaet endra i retning av havklima og inne på vidda er det enno meir typisk innlandsklima enn i Alta.

Jamført med mange andre stader i landet er det lite nedbør i Alta. For Alta lufthavn gjeld det at normalnedbøren berre er ca. 1/2 av nedbøren i Oslo, ca. 1/5 av nedbøren i Bergen og mellom 1/2 og 1/3 av nedbøren i Trondheim eller Tromsø.



Figur 1,2
 Skisse over plasseringa av ein del meteorologiske stasjonar,
 stasjonsnummer og namn.

Tabell 1.1

Nedbørnormalar i millimeter for eit utval av stasjonar i Finnmark.
 Normalperiode 1931-60.

S.nr	Namn	jan	feb	mars	apr	mai	juni	juli	aug	sep	okt	nov	des	året
9413	Porsa II	50	35	53	50	35	45	40	70	55	72	55	55	615
9270	Loppa	73	59	69	56	63	56	56	77	101	104	79	79	872
9314	Alta lufthavn	21	20	20	16	20	38	52	50	40	26	24	23	350
9315	Alta - Elvebakken	32	27	24	17	26	35	49	45	50	34	29	33	401
9350	Joat'kjavrit	24	23	21	16	22	42	58	60	49	31	27	24	397
9330	Suolovuobmi	23	24	25	20	23	46	61	54	44	28	27	28	403
9758	Mällesjåkka	18	15	13	15	20	40	52	50	39	22	21	20	325
9735	Cuovdatmäk'ki	18	16	15	17	24	46	62	56	45	26	25	20	370
9365	Bieddjuvag'gi	26	25	24	23	29	55	75	69	55	33	31	30	475
9370	Kautokeino II	10	9	9	12	20	47	71	55	37	18	14	13	315

1.3 Vind. I innleiinga til dette kapitlet kom vi inn på dei storstilla luftstraumane som fører ulike luftmassar inn mot Finnmark. Sjølv om vindretninga varierer, er det likevel slik at vestlege vindar er dei vanlegaste i høgda. Annleis kan det vera med vinden nær bakken. Her kan lokale trykkfelt og føringar i landskapet ha så mykje å seia for vindretninga at dei kan bli heilt dominerande.

Gode eksempel på dette kan finnast i Finnmark. Om vinteren ligg vidda snødekt og kald i høve til havet utafor kysten slik at det kjem i stand eit trykkfelt som verkar til å drive kaldlufta frå vidda ut mot havet. Der terrenget skrånar, får dessutan lufta fart ved frigjerung av stillingsenergi. Denne luftstraumen blir i meteorologisk terminologi kalla vintermonsunen.

Vintermonsunen kan ein finne på figur 1.3a. Figuren syner resultat av målingar frå Stengelse i Storelvdalen og viser korleis vinden fordeler seg på dei ulike vindretningane. Dalen går på denne staden i retning nordvest/søraust slik at vind frå søraust tyder vind ned dalen. Denne vinden dominerer svært sterkt og det er berre i særst få tilfelle at det storstilla trykkfeltet greier å balansere ut det lokale slik at ein kan få vind opp dalen.

Vinteren 1983/1984 vart det sett i gang målingar oppe ved anleggsstaden ved Sav'co av vind og temperatur. Resultata viser tydeleg at vintermonsunen gjer seg gjeldande her også. Vinden kan vera svært sterk i einskilde situasjonar nedafor staden der det trongaste gjelet vidar seg ut og den kjende fjellkløfta Sav'co tek til. Om desse målingane, sjå vedlegg B. Som jamføring kan nemnast Kirkesdalen, ein sidedal til Målselvdalen, som minner topografisk mykje om området ved Sav'co. Båe er tronge nord-sørgåande dalar mellom bratte fjellsider og med tronge innsnevringar. Med vind ned dalen om vinteren er vinden like nedafor innsnevringa betydeleg sterkare enn lengre nede i dalen (FFI, 1970-73), altså det same fenomenet som blir observert i Sav'co.

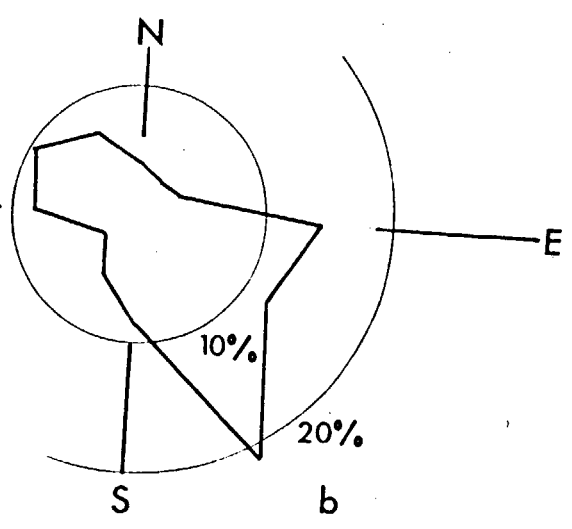
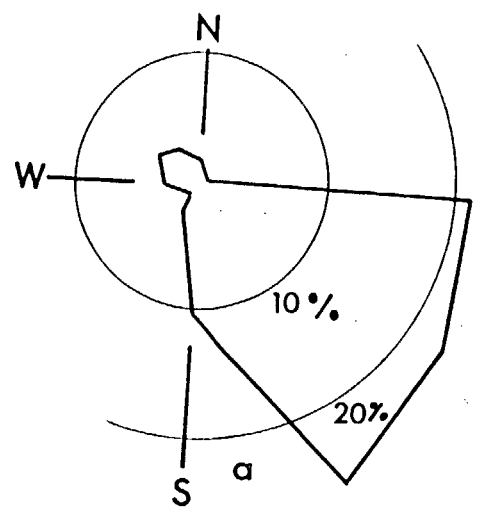
Figur 1.3c, som dekkjer månadene juni til og med august, syner eit anna bilete. Det lokale trykkfeltet har endra seg frå vinter til sommar. No er landet varmare enn havet og trykkfeltet er retta frå det kalde havet mot det varme landet. Likevel er ikkje vinden opp dalen (som ofte blir kalla dalvinden) så dominerande som vinden ned dalen var om vinteren. Arsaka er at det lokale trykkfeltet blir svekka om natta og jamvel kan bli retta motsett på grunn av raskare avkjøling av landet enn av havet. Da kan vind opp dalen bli avløyst av vind ned dalen (fjellvinden).

Figurane 1.3b og 1.3d viser tilhøva haust og vår slik at figur 1.3 dekkjer årssyklusen for vindretningane. Alle figurane er gjennomsnitt av dei fire hovudobservasjonane kl. 01, 07, 13 og 19 (MET).

Figur 1.4 syner korleis dalvinden kl. 13 aukar på kvar månad utover våren frå mars til og med juni. Ein ser at det er særst store endringar frå mars til april og frå mai til juni. Tilsvarende syner figur 1.5 korleis fjellvinden byggjer seg opp om hausten frå månad til månad. Observasjonane skriv seg frå kl. 01 om natta. Ein ser tydelege endringar utover hausten om enn ikkje så markerte som for dalvinden om våren.

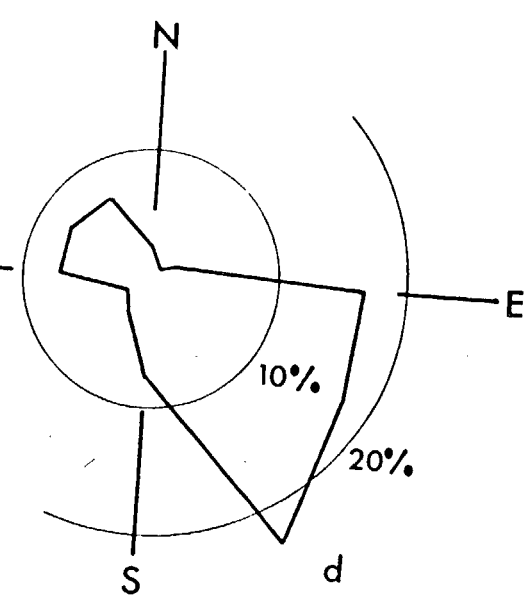
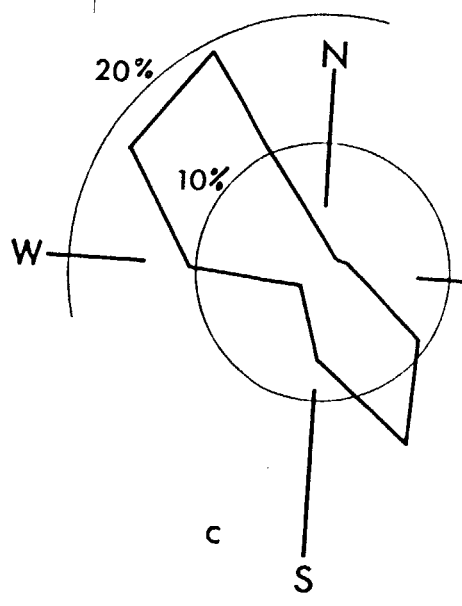
Desember - februar
N = 2884

Mars - mai
N = 2676



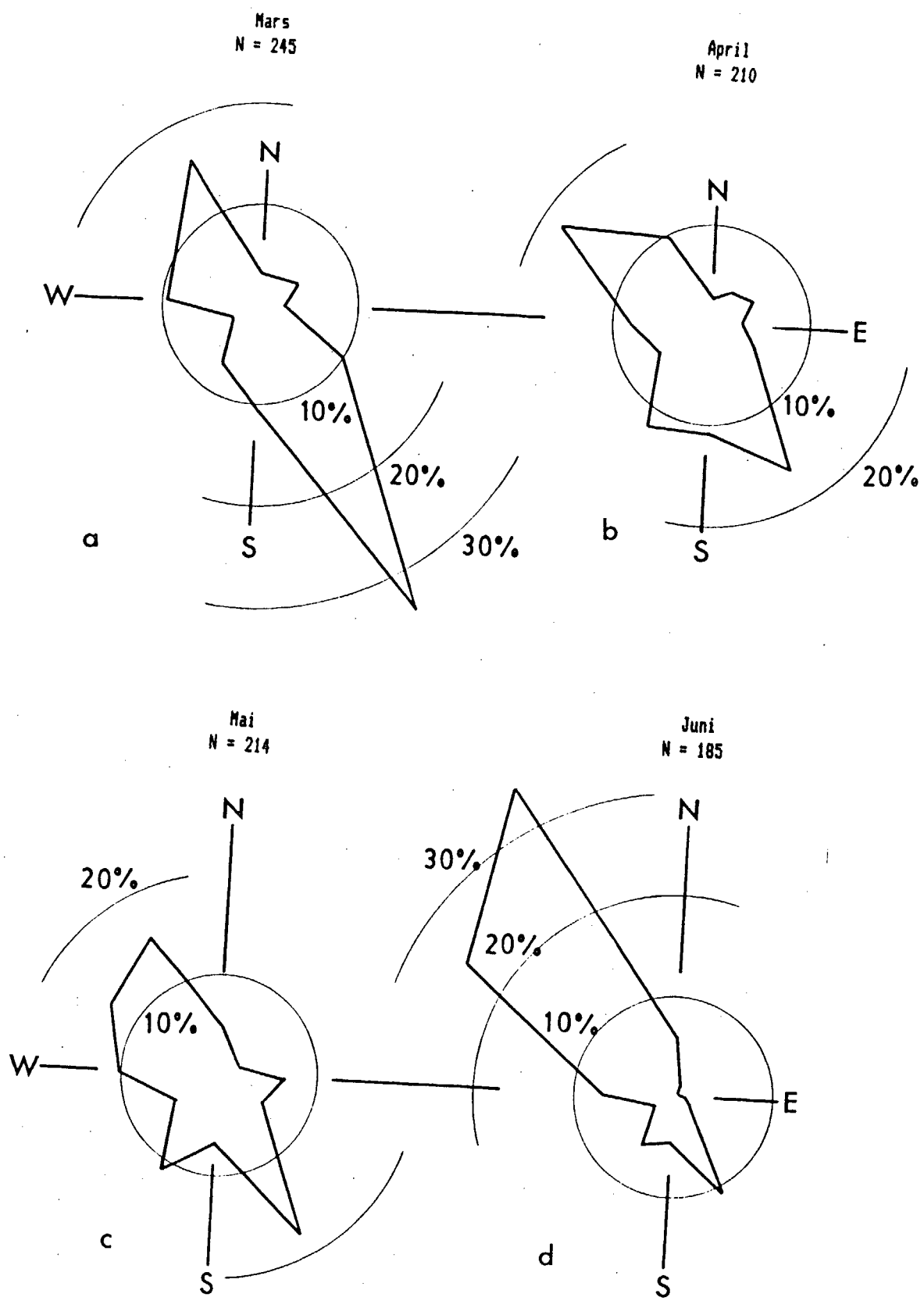
Juni - august
N = 2568

September - november
N = 2536



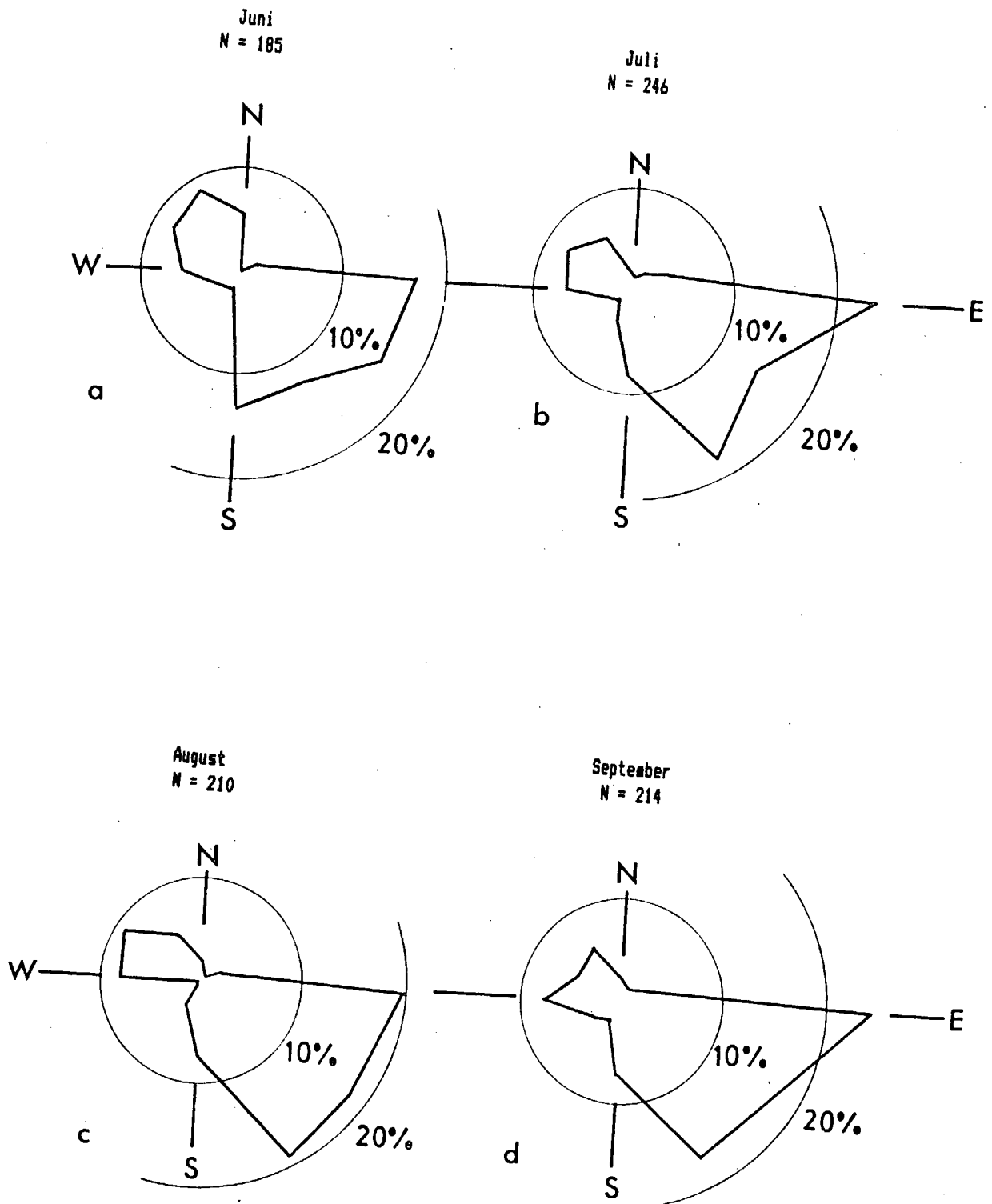
Figur 1.3 Vindretning for 9340 Stengelse.

Figurane syner medelet for observasjonsterminane kl 01,07,13 og 19. Observasjonsperioden er frå desember 1972 til mars 1981. N symboliserer talet på observasjonar som er fordelt på 12 retningar.



Figur 1.4 Vindretning for 9340 Stengelse kl 13.

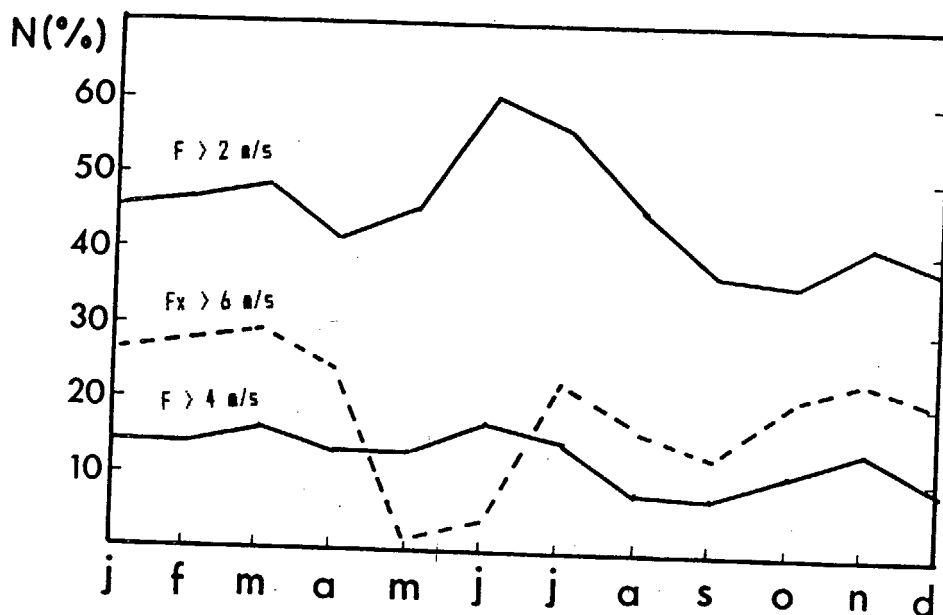
Figurane syner medelet for observasjonsterminen kl 13. Observasjonsperioden er frå desember 1972 til mars 1981. N symboliserer talet på observasjonar som er fordelt på 12 retningar



Figur 1.5 Vindretning for 9340 Stengelse kl 01.

Figurane syner medeleit for observasjonsterminen kl 01. Observasjonsperioden er frå desember 1972 til mars 1981. N symboliserer talet på observasjonar som er fordelt på 12 retningar

Figurane 1.3 til 1.5 syner at vinden på Stengelse er sterkt påverka av dalretninga. I Troms (FFI, 1970-73) har ein observert det same i veldefinerte dalar der vindretninga oftast er opp eller ned dalen. Vidare fann ein at der dalane møttest eller ikkje var vel definerte, var det tre eller fire retningar som dominerte, kvar av dei langs ein hovuddal. Vidare vart det funne at føringa for vinden var avhengig både av topografien og av vindstyrken. I sterk vind dominerte den storskala topografien, i svak vind den næraste topografien.

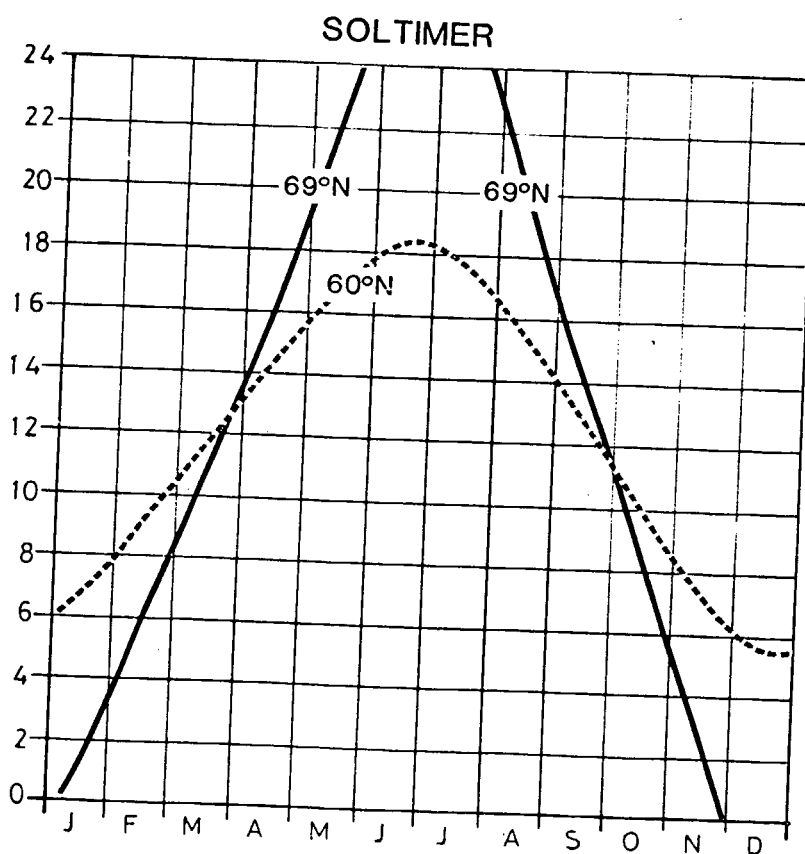


Figur 1.6
Frekvensar av vind gjennom året på 9340 Stengelse.

Figur 1.6 syner kor ofte vinden kjem over visse grenser på Stengelse, nemleg 2 m/s og 4 m/s. Dei to heildregne kurvene er baserte på ei oppteljing for dei fire terminane kl. 01, 07, 13, og 19. Den stipla kurva, derimot, syner kor ofte den maksimale medelverdien i døgnet (midla over 10 min) er større enn 6 m/s. Kurvene viser ein tydeleg årleg gang. Det ser ut til at det er færrest tilfelle av vind over desse grensene når det lokale trykkfeltet mellom landet og havet er svakast dvs. om våren og hausten. Vinteren og høgsommaren synest derimot å ha høgre verdiar. Særleg interssante er verdiane for juni og juli. Da er det storstilla trykkfeltet jamt over svakare enn om vinteren, men det lokale trykkfeltet er sterkt og dette er nok til å gje fleire tilfelle av vind sterkare enn 2 m/s enn om vinteren og om lag like mange tilfelle sterkare enn 4 m/s. Men når det er snakk om verkeleg stri vind, la vi seia over 20 m/s medelvind (liten storm eller meir) er det flest tilfelle om vinteren og vindretninga er opp dalen stikk motsett det som er vanleg. Det må vera det storstilla trykkfeltet som skaper desse situasjonane.

Vindobservasjonane på Stengelse blir berre tekne i eitt nivå nemleg 10 m over bakken slik standarden er for meteorologiske stasjonar. Difor vil vi supplere med målingar frå Troms (FFI, 1970-73) der ein hadde ballongar til rådvelde. Det vart funne der at vinden dreia til høgre frå og med den øvre delen av dalatmosfæren og oppover. I lågare dalatmosfære dominerte føringar for vinden. Den sterkaste vinden vart observert i nivået frå 200 m til vel 500 m over dalbotnen, vidare oppover minka han, men kunne auke på nytt over kamhøgda.

- 1.4 Temperatur: Altavassdraget ligg mellom 69 N og 70 N og sola er under horisonten frå månadsskiftet november/desember til midten av januar. Midnattssola varar frå midten av mai til slutten av juli, figur 1.7. Desse strålingstilhøva er ikkje berre drivkrafta for skifte av hovudvindretning frå sommar til vinter slik figur 1.1 viser, dei fører og til store temperatur-skilnader mellom årstidene. I same lei verkar det faktum at klimaet i Alta og områda sørover på Finnmarksvidda er eit innlandsklima. Alt dette gjer somrane varme (i høve til breiddegraden), men også vintrane kalde.



Figur 1.7
Den maksimale tida med sol på 69 N jamført med 60 N som tilsvarar om lag same geografiske breidd som Oslo

Som eksempel på dette kan nemnast at den lågast registrerte temperaturen på Alta lufthavn som tok til å observere i 1963 er $-30,3$ gradar (på ein av dei gamle stasjonane i Alta er rekorden $-33,7$ gradar) medan den høgste registrerte temperaturen er $32,5$ gradar. For Suolovuobmi, som også starta i 1963, er den lågaste, observerte temperaturen heile $-45,5$ gradar. Den høgste, observerte temperaturen er $28,7$ gradar og det er imponerende når ein hugsar på at stasjonen ligg heile 374 meter over havet.

Vidare kan nemnast at den høgste observerte temperaturen på Stengelse er $31,2$ gradar og den lågaste $-32,2$. For Masi - Ruogunjar'ga er dei tilsvarande tala $26,8$ og $-37,4$. Ein må her vera merksam på at dei to siste stasjonane har kortare observasjonsrekke enn dei førstnemnde i det Stengelse har gått sidan desember 1972 og Ruogunjar'ga sidan august 1981. Trass i kort observasjonsrekke viser dataene frå Ruogunjar'ga at der liksom på Suolovuobmi kan bli sær låge vintertemperaturar.

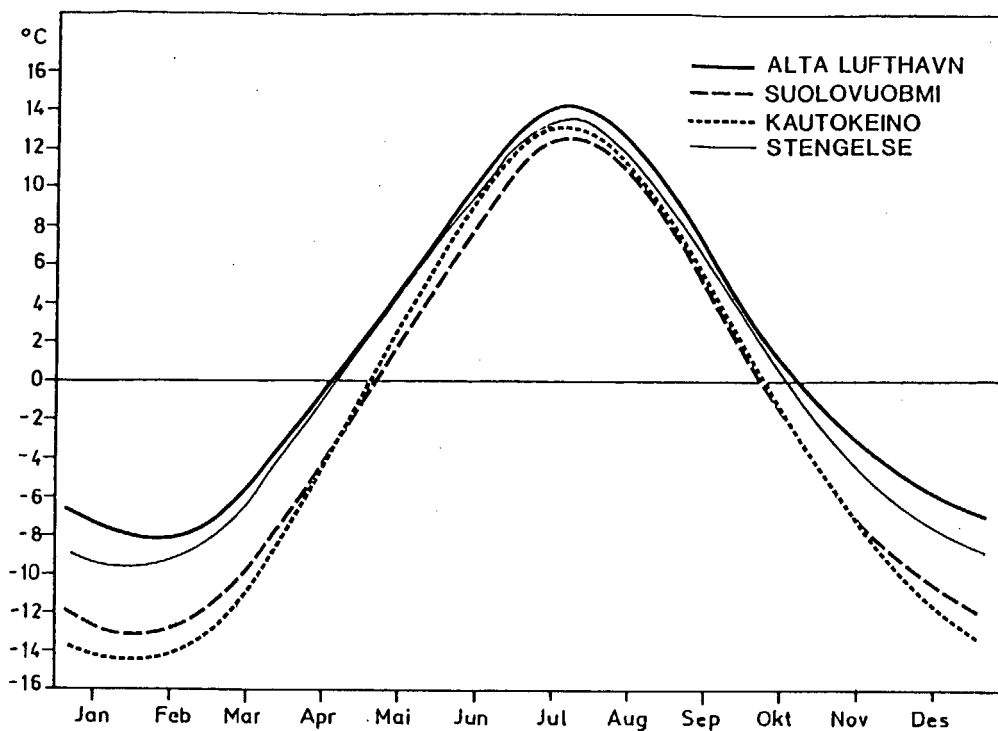
Meir interessante enn desse ekstremane er normaltemperaturane i områda rundt Alta og sørover. Dei er gjevne i tabell 1.2 og figur 1.8.

Vintertemperaturane søkk markert frå Alta-Elvebakken og sørover inn mot vidda. Vi merkar oss at det er vesentleg kaldare på Stengelse i Storelvdalen enn i Alta-Elvebakken, enda Stengelse berre ligg ca. 10 km frå den inste fjordbotnen. Nabostasjonen til Stengelse, 9325 Eiby - Borkhus, har enda lågare temperaturar enn Stengelse sjølv om desse stasjonane ligg om lag like langt inne i landet. Skilnaden mellom disse stasjonane kjem av ulike lokale tilhøve for kaldluftsdanning. Borkhus ligg i Eiby i botnen av ein U-dal der dalbotnen er vid, medan Stengelse ligg i den jamt over trongare Storelvdalen.

Elles ser vi at Suolovuobmi og dei andre stasjonane inne på vidda har betydeleg lågare vintertemperaturar enn dei tre nemnde stasjonane i Alta kommune. Går vi derimot nordover frå Alta tettstad langs fjorden, er vintertemperaturane høgare enn på Alta - Elvebakken. Ei viktig årsak til dette er dei store energimengdene som blir tilført lufta frå den isfrie fjorden.

Om sommaren er månadsnormalane høgare i Alta - Elvebakken enn inne på vidda trass i at klimaet på vidda er meir kontinentalt (innlandsprega) enn i Alta. Arsaka til at det er slik, er at vidda ligg betydeleg høgare over havet enn Alta. Jordbruksområdet på Aronnes ligg sær lågt og er i ein viss monn skjerma frå havet. Difor treng ikkje sommartemperaturane der vera lågare enn på Alta - Elvebakken, kanskje kan dei til og med vera høgare. Størst sjanse for at Aronnes skal vera varmare enn Alta - Elvebakken er i juni når fjorden er sær kald og snødekket på Aronnes er borte. Normalane for Borkhus og Stengelse sannsynleggjer dette.

Til slutt vil ein supplere temperaturobservasjonane frå Alta-området med målingar frå det tette nettet av observasjonar som Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) hadde i Troms (FFI, 1970-73).



Figur 1.8

Normal temperaturkurve gjennom året for perioden 1931-1960 for fire meteorologiske stasjoner langs Altavassdraget. Kurvene er teikna etter månadsnormalane i tabell 1.2.

Tabell 1.2

Temperaturnormalar for eit utval av stasjonar i Finnmark.
Normalperiode 1931-60

S.nr	Naam	jan	feb	mrs	apr	mai	juni	juli	aug	sep	okt	nov	des
9315	Alta - Elvebakken	-7,2	-8,3	-5,4	-0,6	4,6	10,1	14,3	12,2	7,5	1,6	-2,8	-5,7
9325	Eiby - Borkhus	-10,2	-10,3	-7,2	-1,4	3,8	9,5	13,3	11,0	5,7	-0,5	-5,3	-8,5
9340	Stengelse	-9,2	-9,3	-6,6	-1,0	4,1	9,7	13,6	11,4	6,3	0,4	-4,3	-7,5
9330	Suolovuobmi	-12,6	-13,0	-10,1	-4,3	1,6	8,1	12,3	9,9	4,7	-2,0	-7,1	-10,5
9735	Cuovdatmäk'ki	-13,9	-13,2	-10,5	-4,2	2,3	9,3	13,1	10,9	5,3	-1,8	-7,0	-11,1
9370	Kautokeino	-14,2	-14,4	-11,0	-4,7	2,6	9,4	13,4	10,9	5,3	-1,8	-7,7	-11,6

Sommar: Alle stasjonane viste store daglege variasjonar. Til vanleg kom minimumstemperaturen mellom kl. 01 og kl. 04, medan maksimumstemperaturen kom om lag 13.30 Den døgnglege variasjonen (amplituden) var i gjennomsnitt 6-7 gradar for stasjonar i dalbotnen, mindre enn 4 gradar ved kysten og 2-3 gradar på fjellstasjonane. 9340 Stengelse og 9357 Masi - Ruogunjar'ga er baa dalbotnstasjonar. For Stengelse høver den nemnde amplituden godt, medan amplituden for Ruogunjar'ga synest å vera noko mindre. Ruogunjar'ga har timevise observasjonar som viser at dagleg maksimumstemperatur i gjennomsnitt finnst mellom kl. 14 og kl. 15.

Dei største variasjonane i luftstabiliteten (dvs. stabil med omsyn til vertikal rørslle) fann ein om sommaren i klårver. Om natta kunne lufta bli svært stabil, men stabiliteten vart skipla att om morgonen. I skya ver eller i sterk vind var stabiliteten nær nøytral, dvs. at det var liten motstand mot vertikal rørslle.

Vår: Temperaturgangen viste same mønster som om sommaren, likevel med den skilnaden at døgnamplituden var mindre, om lag 3 gradar i dalbotnen. (Både Stengelse og Ruogunjar'ga har litt større amplitude enn dette). Minimumstemperaturen kom noko seinare på natta enn om sommaren.

Vinter: Den døgnglege variasjonen var mindre enn 1 grad. Nokre stasjonar hadde to maksima, eitt kl. 13 og eitt kl. 01. På denne årstida var temperaturskilnaden mellom kyst og innland størst.

Haust: Temperaturen var minkande frå fjorden og innover landet. Dette galdt både dag og natt, men var mest markert om natta.

Temperaturvariasjonane med høgda endra seg drastisk gjennom året og døgnet. Om vinteren var lufta sær s stabil i det temperaturen auka med høgda nær bakken. Ein seier da på fagspråket at ein har inversjon. Inversjonshøgda var gjennomgåande 100 m, nokre gonger fleire hundre meter. Vår og sommar var det nær nøytral lagdeling om dagen, men om natta bygde inversjonen seg opp. Om hausten var lufta uventa stabil unnateke midt på dagen. Arsaka var truleg at det ofte vart ført havluft inn over kaldt land.

1.5 Årstid og veksttid: På grunnlag av temperaturobservasjonar frå verastasjonane er det mogleg å rekne ut den normale datoen når døgngmedeltemperaturen går over visse grenser om våren og søkk under visse grenser om hausten. Frå år til år vil dette variere, men ved hjelp av visse analysemetodar kan den normale datoen reknast ut. (Bruun, 1967). For biologar kan dette vera nyttige data fordi desse grenene seier noko om når ein kan vente at vekstsesongen sluttar eller tek til. Ein plante som tek til å vekse når lufttemperaturen går over 3 gradar, kan normalt starte sin vekstsesong den 7. mai i Alta og den 17. mai i Kautokeino og avslutte veksten den 9. oktober i Alta og 25. september i Kautokeino. I tabell 1.3 er det rekna ut kor mange dagar dette blir og der er også gjeve lengda for kvar årstid som klimatologisk er definert såleis:

Vår	:	Døgngmedeltemperatur (t) større enn	0	mindre enn	10
Sommar:	"	"	"	"	10
Haust:	"	"	"	"	0 mindre enn 10
Vinter:	"	"	" mindre enn	0	.

Tabell 1.3

Lengd av årstid og veksttid i dagar						
S.nr. namn	vår	sommår	haust	vinter	t > 3	t > 6
9315 Alta - Elvebakken	48	85	53	179	156	126
9370 Kautokeino	41	69	46	209	132	108

Av tabellen går det fram at veksttida er ca. 20 dagar lenger i Alta enn i Kautokeino. Temperaturobservasjonar frå Borkhus og Stengelse viser at veksttida på desse stasjonane er noko stuttare enn i Alta, men lenger enn i Kautokeino. Truleg er vekstsesongen på Aronneset ikkje noko særleg ulik vekstsesongen på Alta - Elvebakken.

- 1.6 Fordamping frå fri vassflate: Ved DNMI er det utvikla eit rekne-maskinprogram som reknar ut fordamping frå fri vassflate ved hjelp av observasjonar frå norske verstasjonar. Resultata for Alta er gjevne i tabell 1.4 og til jamføring er ført opp byane Oslo, Bergen og Tromsø. Tabellen syner at det er negativ vassdefisit i mai, juni og juli. Det tyder at nedbøren ikkje greier å erstatte det som fordampar. I august derimot er det balanse og i september er nedbøren større enn fordampinga. Dette er normalverdiane, for einskildår kan sjølvstøtt vassdefisiten ha store avvik frå normalverdiane.

Tabell 1.4

Fordamping og nedbør på 9314 Alta lufthavn					
	mai	juni	juli	aug.	sep.
Fordamping	40	62	85	52	24
Nedbør	20	38	52	50	40
Defisit, Alta	-20	-24	-33	-2	16
" , Oslo	-48	-33	-25	+13	+41
" , Bergen	+20	+52	+71	+112	+195
" , Tromsø	+26	+5	-12	+36	+87

2. ALTAUTBYGGINGEN.

- 2.1 Mulige innvirkninger på lokalklimaet. Det greske ord klima betyr helning, i vårt tilfelle helningen av solstrålene, dvs solhøyden og det er midnattsol og vintermørke som sammen med de storstilte vindsystemer bestemmer klimaet i Nord-Norge. Disse forhold kan ikke endres ved vassdragsreguleringer. Men utbyggingen kan endre topografi og overflatetyper, faktorer av stor betydning for varmeomsetningen. På denne måte kan utbyggingen påvirke lokalklimaet.

Topografien er med på å styre luftstrømmer. En demning vil virke som en sperre på luftstrøm opp dalen, mens vind ned dalen danner levirvler. Den kan også føre til avkjøling ved utstrømming av oppdemmet kaldluft.

Effekten av varmestrålingen, enten som kortbølget solstråling, eller som langbølget utstråling fra bakken, gir størst utslag i klarvær med svak vind. Bar bakke varmes relativt hurtig opp av solstrålingen, og avkjøles raskt om natten. Vann magasinerer varme, varmes opp langsommere, og avkjølingen sinkes. Vanntemperaturen er i stor grad bestemt av lufttemperaturen. Varmeutvekslingen skjer gjennom kontakten luft/vann, i mindre grad ved fordampning. Det er både beregnet og målt endringer i lufttemperaturen som følge av vassdragsutbygging. Selv ved store endringer i overflatetypene, blir temperaturendringene relativt små, oftest mindre enn et par grader og knyttet til de nærmeste par hundre meter fra en oppdemmet sjø. Det er særlig den daglige temperaturvarisjon som dempes ved at maksimumstemperaturen senkes og/eller minimumstemperaturen øker. Ved moderat regulering av elver blir endringene oftest så små at de vanskelig lar seg påvise i større avstand enn et titals meter. I mindre grad er det undersøkt hvordan luftfuktigheten endres. I store trekk vil det absolutte fuktighetsinnholdet følge temperaturen, mens det motsatte blir tilfelle for den relative fuktigheten. Er elvevannet kaldere enn luften, vil det bli et luftdrag fra elven inn over land med avkjøling. Temperaturendringene blir imidlertid beskjedne og knyttet til nær elvebredden. Varmt elvevann fører til konveksjonstrømmer i luften, dvs den stiger opp over elven og brer seg inn over land i høyden. Over elven erstattes den av luft fra sidene. Bare når luftstrømmen over elven føres inn over land hvor elven svinger ut av dalretningen, kan ventes endringer i temperatur og fuktighet.

Det er imidlertid endringer i isforholdene, som f.eks. en forlenget periode med åpent vann i en kuldeperiode, som vil kunne gi de store endringer i varmeutvekslingen, synliggjort ved rimavsetning og frostrøyk. Disse forhold blir omtalt særskilt.

Fører reguleringen til endringer i grunnvannstanden, kan dette påvirke fuktigheten i bakken og derved fordampningen.

2.2 Mulige endringer i lokalklimaet på strekningen demningen - Joatkajokka.

Vi har valgt å ta med strekningen fra demningen til Joatkajokka i dette delskjønnet fordi demningen vil påvirke luftstrømmen gjennom gjelet på flere måter. Etter å ha drøftet saken med Kjensli (Kjensli, 1985), er vi kommet til følgende: For vind opp dalen vil demningen virke som en sperre. Svakere vind og mindre vannføring øker sommertemperaturen. Men det er vinterforholdene, med gjennomgående vind ned dalen, som vil gi de største utslag. Luftstrømmer vinteren 1984 er kartlagt i vedlegg B. Selv om målingene bare omfatter en enkelt vinter, trer hovedtrekk tydelig frem. Ved Masi, og vannene ovenfor demningen, gir varmetapet fra den snødekte overflaten sterk avkjøling av bakken. Kald luft strømmer ned fjell- og dalsider, fyller etter hvert opp dalen og siger ut. Bare i gjelene brytes bakkeinversjonen. (Bakkeinversjon: temperaturen øker med høyden over bakken). Det trange gjelet gir økt friksjon og turbulensen blander luften. Samtidig reduseres strålingstapet av en smalere, fri åpning til atmosfæren, og fjellssidene gir motstråling. Når demningen står ferdig, forsvinner gjeleffekten mellom demningen og Virdnejavri. Istedet blir det her en stor strålingsflate. Luft som holdes igjen under damkronehøyden avkjøles spesielt sterkt og danner en "kaldluftsjø".

I vær-situasjoner med lite eller ingen vind over kamhøyde får vi sterk bakkeinversjon som gjør at utstrømningen over damkronen når en kritisk hastighet (som ikke behøver være stor, rundt 3 m/s). Det dannes sterk turbulens som bryter opp strømmen. Nedenfor dammen vil det kunne observeres sterke kastevinder. Intensiteten i disse vil imidlertid avta raskt, siden middelvinden ikke kan bli stor i et slikt tilfelle. Vindstøtene vil trolig dempes bort over en strekning på 1-2 km. Lufttemperaturen nedenfor dammen blir sannsynligvis litt lavere enn uten dam.

Når avkjølingen er forbundet med en storstilt luftstrøm, kanalisert ned dalen, får vi ingen markert bakkeinversjon og luftstrømmen over damkronen når ikke den tilsvarende kritiske hastighet. Kastevindene blir sterkere og vil sannsynligvis merkes lengre nedover gjelet (2-3 km). Størst temperatursenkning vil inntreffe når "kaldluftsjøen" skvalper over p.g.a. svingninger i "bassenget". Ved sterk vind jevnes temperaturforskjeller ut, men virvelavløsninger inntreffer også nå.

Forholdene ved Sav'co. Observasjonene ved grustaket viser spesielle forhold. Middeltemperaturen er relativt høy, samtidig som stedet har sterkest middelvind. En skulle tro den plutselige utvidelse av daltverrsnittet ifølge fysikken skulle tilsi nedsatt vindstyrke, mens det motsatte observeres. Fra større høyde og fra sidene suges ned luft som varmes opp under nedsynkningen, samtidig som det skjer en sterk vindøkning. Dette inntreffer når det er et markert trykkfall (sug) ned Altadalen, typisk i vinterhalvåret. Uten trykkfall, som f.eks. 27 januar, er vindstyrken derimot lavere enn i damtverrsnittet og den lavest observerte 0.7 m/s). (Dette kan tyde på to strømmingstyper, en med og en uten trykkfall. Den første superkritisk, den annen subkritisk).

Endringer i forholdene etter at dammen står ferdig, er usikre. En bør imidlertid regne med økt hyppighet av vindstøt med tilførsel av kaldere luft fra demningen, og at effekten kan strekke seg ned til Sav'co-vannet. Nærmere klarhet i disse forhold vil en først få når demningen står ferdig og Bergen universitetet har gjort ferdig sine studier og målinger i marken.

- 2.3 Strekningen Sav'co - Eibyelva. Vindforholdene vil ikke endres på strekningen, og vi vil i det følgende betrakte temperatur- og fuktighetsforholdene.

Vår og høst: Etter utbyggingen blir det bare ubetydelige endringer i vanntemperaturen (Boe, 1985) og derfor ingen virkninger på luft- og fuktighetsforholdene.

Sommer: I varme somre vil det skje en relativ senkning av vanntemperaturen på maksimalt 3 grader til 4 grader i øvre del i juli/august, og på 1.5 grader til 2 grader i nedre del. Med fremherskende vind opp/ned dalen vil en merkbar senkning av temperatur og fuktighet kunne gjøre seg gjeldende, særlig hvor elven gjør en sving og luften strømmer inn over land, etter en lang passasje over elven med tid for avkjøling. Men erfaring tilsier relativt små effekter, kanskje noe over en grad nedsatt maksimumstemperatur øvre del, noe mindre nedre del og fuktigheten noen få prosent.

Vinter: I nedre del ventes ingen endringer av isleggingen, og derfor heller ingen endringer i lufttemperatur- eller fuktighet. I øvre del blir isleggingen forsinket 1 til 2 måneder. (Boe, 1985). Her blir det også økt råkdannelse ved Gabo- og Sav'co-vannet. Frostrøykdannelsen, utførlig omtalt annet sted, fører også til temperaturstigning, idet tåken demper strålingstapet. En temperaturstigning på flere grader langs elvebredden og inntil noen hundremeter over land nedstrøms må forventes. Varme- og fuktighetstilførselen til luften vil foregå så lenge vannet er åpent. Fordampning gir økt fuktighet, som senere kan avgi latent varme ved kondensasjon.

Det ventes ingen endringer i tidspunktet for isløsning som følge av utbyggingen, følgelig heller ingen endringer i temperatur- eller fuktighetsforholdene i luften.

- 2.4 Oppsummering: I vinterhalvåret vil endringer i luftstrømmen på grunn av demningen føre til økt lufturo (turbulens i gjelet) med kalde vindstøt. Utsig av kaldluft fra demningen vil trolig føre til lavere temperaturer ned til Sav'co. På strekningen Sav'co - Eibyelva vil det i varme somre bli en liten temperatursenkning hvor elveluften strømmer inn over land. I vinterhalvåret vil forsinket islegging i øvre delen av strekningen gi høyere temperatur og fuktighet langs elvebredden og hvor elveluften strømmer inn over land. Økt råkdannelse gir samme effekter, bare i mindre grad.

3. FROSTRØYK.

- 3.1 Generelt om frostrøyk. Frostrøyk er ei form for tåke som kan koma i stand over isfritt vatn. Fenomenet er vanlegast om hausten og om vinteren dersom det finst opne straumdrag i elvar eller isfrie fjordar.

Luft inneheld vatn både i form av vassdamp og ørsmå vassdråpar. Di høgge temperaturen er i luftmassen, di meir vassdamp kan lufta innehalde. Når lufta har teke opp i seg så mykje vassdamp som mogleg, seier ein at ho er metta. Ved -20 gradar tilsvarar det om lag 0.8 g pr. kubikkmeter luft, ved 30 gradar kan same luftmassen innehalde nesten 30 g vassdamp! Vassdampen er usynleg for auga. Dei ørsmå vassdråpane er for små til at ein kan sjå kvar einskild av dei, men samla set dei ned sikta og dannar tåke. Det er altså dråpane som er sjølve frostrøyken og som i einskilde tilfelle kan gjera menneskelege aktivitetar vanskelegare. Som døme kan nemnast bilkøyning i mørke når frostrøyken breier seg innover vegbanen. Da er ofte fjernljuset på bilen til liten nytte og farten må reduserast. I spesielt kaldt ver kan også frostrøyk innehalde iskrystallar som også set ned sikta.

Ved sidan av frostrøyk finnst også andre tåkeformer som skal nemnast her. I regelen har ikkje desse tåkeformene si årsak i vassdragsreguleringar og det er difor viktig, når verknader av reguleringar skal diskuterast, at ein kan skilje mellom dei:

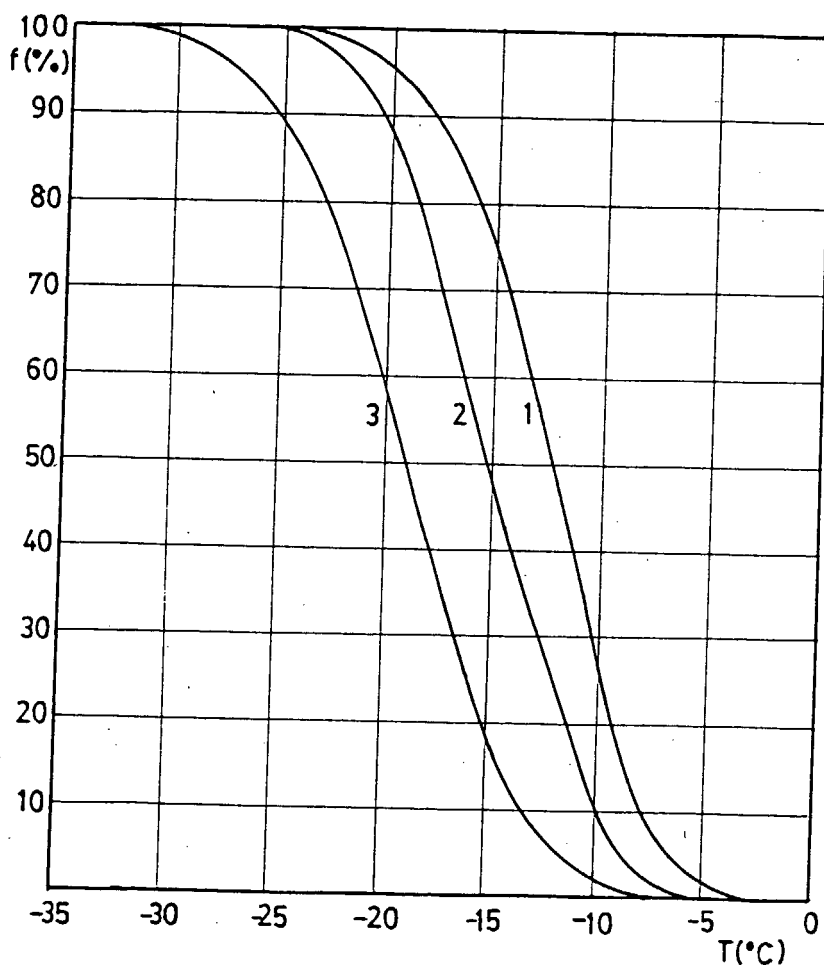
Adveksjonståke kallar ein det når varm luft strøymer innover eit kaldt underlag og blir avkjølt slik at ho må kvitte seg med vassdampen som blir utfelt i form av vassdråpar. Om vinteren skjer dette ved at luft frå havet kjem inn over snødekt land. I slike situasjonar er det svært sjeldan frostrøyk.

Strålingståke blir til ved at bakken taper varme på grunn av langbølga utstråling slik at luftlaga nær bakken også blir avkjølte. Denne tåkeforma kan vise seg samstundes med frostrøyk.

Frostrøyk (fordampingståke) kan koma i stand når ei isfri vassflate er varmare enn den omgjevanda lufta. Det vil da alltid fordampe frå vassflata samstundes som lufta over vatnet blir vermt opp slik at ho letnar. Dermed vil det bli sett i gang ein vertikal luftstraum over vatnet. Oppstrøymande luft blir erstatta av luft frå sidene. Denne lufta kan i sin tur koma i kontakt med vatnet og bli metta med vassdamp. Ved turbulent blanding med kaldare luft, kan lufta bli overmetta slik at ein kan observere frostrøyk. Da blir strøymingsbiletet over elva gjort synleg i det ein kan følgje vassdråpane på veg oppover. Det syner seg at rørsla oppover er mykje kaotisk (turbulent) og ein ser frostrøyk. I vedlegg C er prosessane som skjer ved frostrøykdanning nærare omtala. For spesielt interesserte viser ein til vedlegget.

Av frostrøyken legg det seg rim på hus, tre, gjerde eller andre ting. Det kan også rime på berr mark, men rimet er porøst slik at det ikkje vil gjera skade på komande avling ved isbrann.

Det har vore gjort granskingar av dei meteorologiske og hydrologiske vilkåra som må vera tilstades dersom frostrøykproduksjon skal koma i stand. Det er såleis vel kjent at det svært sjeldan lagar seg frostrøyk dersom differensen mellom vassstemperatur og lufttemperatur er mindre enn 10 gradar. Større differensar enn 10 gradar kjem for det meste i stand om vinteren. Da er temperaturen i vassflata nær 0 gradar slik at ein differens på 10 gradar tilsvarar ein lufttemperatur på -10 gradar. Det at lufttemperaturen er lågare enn denne grensa, er eit tilnærma naudsynt vilkår for frostrøyk, men det er ikkje eit tilstrekkeleg vilkår. Såleis finst ofte opne vassflater utan synleg frostrøykproduksjon sjølv om det er kaldare i lufta enn -10 gradar. Figur 3.1 syner at sjansen for frostrøyk aukar di lågare lufttemperaturen er.



Figur 3.1

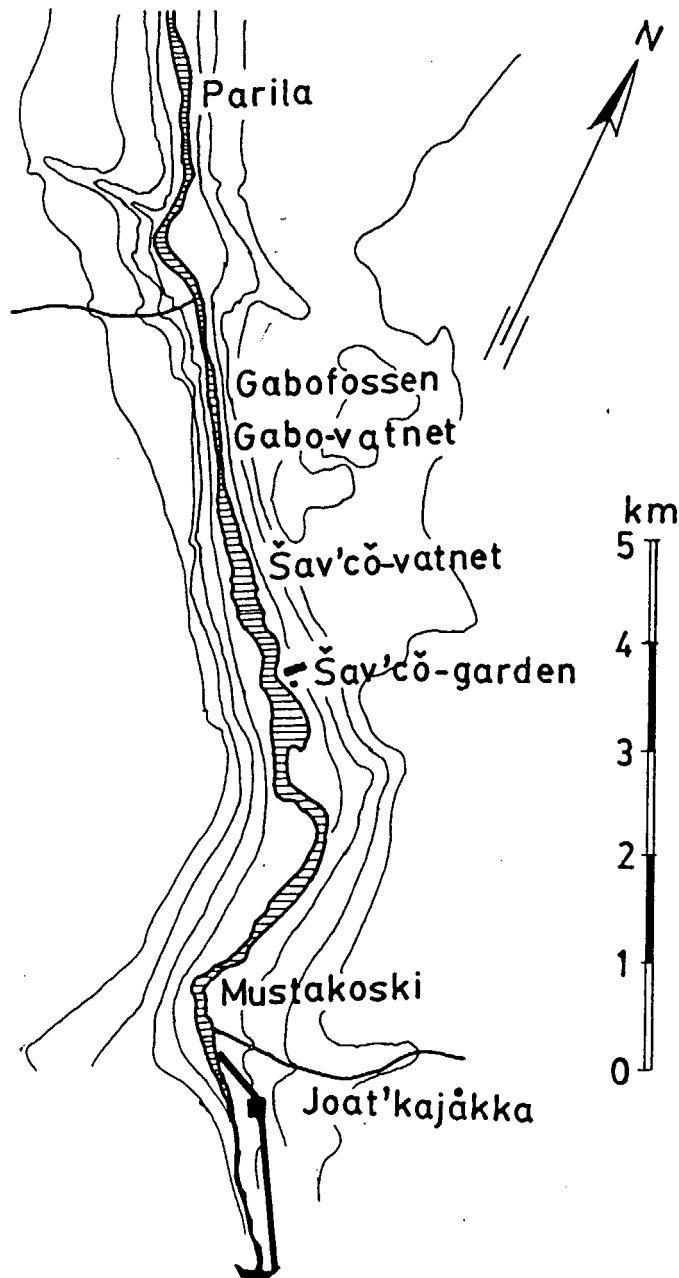
Diagrammet viser sjansen for frostrøyk, f , som funksjon av lufttemperaturen kl 07, T , på verstasjonane 1460 Vågåmo og 1461 Vågå - Klones. (Desse to stasjonane er homogene når det gjeld lufttemperatur) Frostrøyken er observert ved osen av Vågåvatnet og over Otta nokre 100 m frå osen og nedover dalen. Frostrøyken er delt inn i grupper nemnde 1, 2 og 3 som er definerte såleis:

Gruppe 1: All frostrøyk som kan observerast

Gruppe 2: Velutvikla frostrøyk.

Gruppe 3: Frostrøyk tett eller delvis tett (sikt < 100 m), som i det minste tidvis breier seg utanom isfritt vatn

3.2 Frostrøyk ved Altaelva. Altaelva har i dag naturleg isdekke det meste av vinteren med unntak av nokre raker som held seg opne dels på grunn av straumen i vatnet dels på grunn av tilsig av grunnvatn. Dersom reguleringa skal kunne endre talet på frostrøyktilfelle, lyt reguleringa føre til endringar i isleggings-tidspunktet eller storleiken på rakerne. Opplysningar om dette finnst i ein rapport av den issakkunnige (Boe, 1985). Det som blir nemnt om is på elva i det følgjande, er henta frå denne rapporten og frå samtalar med forfattaren. Ein viser elles til kartskissen figur 3.2.



Figur 3.2
Kartet viser området ved Sav'co frå dammen og nedover.

Altaelva frå åmotet med Eiby-elva til Parila: Etter at isen har lagt seg, er det i dag berre mindre råker, dvs. at breidda på råkene kan vera 2-3 meter med varierende lengd. Over desse råkene er det i dag frostrøyk, men på grunn av dei etter måten små areala med ope vatn, breier ikkje frostrøyken seg noko særleg utanom ope vatn og kjem ikkje inn over land slik at han er til sjenanse. Etter reguleringa ventar ein at dei opne råkene blir opp til 30% større, men heller ikkje da vil frostrøyken koma inn over land. Før isen legg seg om hausten, kan det vera frostrøyk på denne elvestrekninga og med dei store areala med ope vatn som Altaelva da representerer, kan frostrøyken breie seg inn over land. Etter reguleringa blir det inga endring av isleggingstidspunktet. Dermed kan det ikkje bli noka endring av frostrøykmengdene på denne årstida.

Altaelva frå Parila til Gabofossen: Reguleringa fører til at isleggingstidspunktet blir flytta frå om lag månadsskiftet november/desember til midten av januar, altså om lag ein og ein halv månader seiare enn i dag. Det betyr at reguleringa vil føre til frostrøyk mellom desse to tidspunkta. Det er difor naudsynt å finne det framtidige talet på frostrøyktilfelle. Dette er gjort i vedlegg C der ein har brukt meteorologiske observasjonar på stasjonen 9340 Stengelse og jamført dei med ein observasjonsserie av frostrøyk og temperatur frå Vågå i Gudbrandsdalen. Når dessutan breidda av det opne straumdraget i Vågå er av same storleiksorden som Altaelva når ho går open, har ein funne at det let seg gjera å estimere talet på frostrøyktilfelle. Likevel lyt ein vera klar over at det er ei uvisse i resultatane både på grunn av metoden og kanskje også på grunn av at dei meteorologiske tilhøva på Stengelse ikkje vil vera nett dei same som i Sav'co. Storleiken på denne uvisse kan ein rekne med vil vera rundt rekna 30%.

Resultata av utrekningane finnst i tabell C.4 i vedlegg C. Frostrøyktilfella refererer seg til tidspunktet kl. 07 om morgonen. Tidspunktet er valt fordi det fell saman med ein hovudobservasjon og fordi temperaturen på dette tidspunktet ofte ligg nær døgnminimum. Den seinare islegginga på grunn av reguleringa vil såleis føre til at det blir 15 fleire frostrøyktilfelle enn i dag i gjennomsnitt pr. år. Mange av desse vil vera svært svake, nokre knapt synlege for auga. Men ein kan rekne at om lag halvparten av dei vil vera så godt utvikla at frostrøyken vil koma inn over land.

Gabo-vatnet og Sav'co-vatnet: Vatna vil også etter reguleringa bli islagde liksom i dag, men islegginga vil bli nokre dagar seinare. Dette vil i sin tur føre til at det blir ein eller to frostrøykdagar ekstra som har si årsak i reguleringa.

Altaelva frå Sav'co-garden til Mustakoski: Etter reguleringa kjem islegginga i laupet av februar i det ho tek til nedanfrå og breier seg oppover. Dette er om lag ein og ein halv måned seinare enn under uregulerte tilhøve, slik at reguleringa fører til meir frostrøyk i tidsrommet mellom kunstig og naturleg isleggingstidspunkt. Utrekningar som er gjorde tyder på at auken i frostrøyktilfella vil bli om lag 15 når ein tel opp all frostrøyk.

Tel ein med berre den frostrøyken som kjem innover land, vil auken kunne bli knapt 10 tilfelle.

Altaelva frå Mustakoski til utlaupet av kraftstasjonen: På denne strekninga vil elva gå open heile vinteren. Etter reguleringa kan det bli om lag 50 frostrøyktilfelle i gjennomsnitt for året, av desse kan ein rekne at om lag 20 er mektige nok til at frostrøyken kan spreie seg innover land. Av desse 20 kan ein grovt rekne at 5 tilfelle ville funnest også utan regulering slik at 15 tilfelle har si årsak i naturinngrepet.

- 3.3 Rim: Som allereie nemnt vil det fordampe av ope vatn i streng vinterkulde. Fordampinga fører til at den relative råmen i lufta vil auke og stundom vil det også bli produsert frostrøyk. Ofte vil lufta vera overmetta i høve til marka, vegetasjonen og bygningar langs vassdraget slik at alt dette blir utsett for riming. Rimminga kan anten skje ved at dei små vassdråpane i frostrøyken blir avsette på hindringar i luftstraumen eller ved at vassdampen i lufta set seg som rim på tinga rundt det opne vassarealet utan først å gå over til vatn i dråpeform.

Som vist i kapittel 2 kan det vera sterk vind i Sav'co. Dette kan redusere frostrøykmengda noko, men ikkje rimminga da fordampinga aukar når vinden aukar. Ein lyt difor rekne med at skogen rundt dei opne elvestykkane vil bli utsett for riming. Rimnedslaget vil vera ujamt fordelt rundt omkring dei opne elvestrekningane i det dei største rimmengdene vil bli avsette på dei stadene der transporten av overmetta luft vil vera sterkast.

På sørsida av Sav'co-vatnet ligg Sav'co-garden. Bygningane kjem til å bli liggjande i overgangen mellom isfritt og islagt vatn det meste av vinteren heilt til islegginga breier seg lenger oppover elva, i laupet av februar. Den bygninga som ligg nærast elva vil bli liggjande om lag 25 m frå ope vatn. Elva gjer ein sving litt ovafor staden og husa blir truleg utsette for nær maksimal transport av overmetta luft. Ein må rekne med at det kjem til å rime sterkt på husa og reguleringa vil vera årsak til det meste av rimet i om lag ein og ein halv månad fram til februar.

Det har vore gjort etter måten få målingar av rimmengder i samband med vassdragsreguleringar. I følgje ei gransking i Rendalen (Utaaker, 1984) på ein stad som låg 60 m frå avlaupskanalen til eit kraftverk, vart det der avsett ei rimmengd som tilsvarar 0.02 mm vatn pr. rimdøgn eller 20 g pr. kvadratmeter. Det vart vidare godtgjort at kraftverket var årsak til denne rimmengda. I Hallingdal, like ved utlaupet frå Rud kraftverk, vart det målt ei gjennomsnittleg avsetjing på om lag 100 g pr. kvadratmeter på ein vegg som stod loddrett på den vanlegaste vindretninga i frostrøykperioden. På ein vegg parallelt med vindretninga, vart det målt om lag 60 g rim. Gjennomsnittleg lengd av periodane var 39 timar. Slik Sav'co-garden ligg i høve til ope vatn, kan ein ikkje sjå bort i frå at rimmengdene der kan bli større enn på dei nemde stadene.

4. KONKLUSJON:

Ein ventar at endringane hovudsakleg vil skje i vinterhalvåret. Såleis vil endringa i luftstrømmen føre til auka lufturo (turbulens) i gjelet. Utsig av kaldluft frå dammen vil truleg føre til lågare temperaturar ned til Sav'co. Seinka islegging på øvre del av strekninga (dvs. ovafor Parila) vil gje høgre temperatur og luftråme langs elvebreidda og elles der elvelufta strøymer inn over land. At råkene blir større etter reguleringa, gjev også temperaturstigning og auka luftråme, men endringane blir mindre enn om heile elva hadde gått open.

På strekninga Sav'co - Eibyelva vil det i varme somrar bli ein liten nedgang i temperaturen der elvelufta strøymer inn over land.

På strekninga frå Eibyelva til Parila blir det inga merkbar endring i frostrøykmengda. Ovafor Parila blir det meir frostrøyk enn i dag på grunn av seinare islegging. Kor mykje meir frostrøyk det vil bli, er usikkert. Likevel har ein prøvd å talfeste endringa. Dersom ein berre tel den frostrøyken som kan koma inn over land og såleis vera til ulempe, har ein funne at det blir knapt 10 nye frostrøyktilfelle på grunn av reguleringa på strekninga Parila til Mustakoski, når ein ser bort frå Gabo-vatnet og Sav'co-vatnet der det berre blir små endringar. På strekninga frå Mustakoski til utlaupet av kraftstasjonen, vil det bli om lag 15 nye frostrøyktilfelle.

På grunn av ope vatn under låge lufttemperaturar, kjem det til å rime langs elvebreidda i større monn enn tidlegare der reguleringa fører til at islegginga blir seinka. Einaste bygninga som ein reknar med vil få auka rimmengd er Sav'co-garden.

- Andresen, Lars. 1979. Monthly and annual frequencies of concurrent wind forces and wind direction in Northern Norway and The Arctic for the period 1961-75. Climatological Summaries for Norway. DNMI:
- Boe, Carl A. 1985. Altautbyggingen - Skjønn. Etappe Altaelva fra Sav'co til sammenløpet med Eibyelva. Sakkyndig uttalelse om vanntemperatur og isforhold.
- Bruun, Inger. 1967. Standard normals 1931-60 of the air temperature in Norway. Climatological summaries for Norway. DNMI.
- Eidsvik, Grønås, Joranger. 1970. Studies of local meteorology in mountain/valley terrain. FFIK Intern Rapport K-321.
- FFI, 1970-73. Referansen femner om ein serie artiklar frå eit feltforsøksområde i Målselvdalen i Troms. Artikkane er: (Eidsvik et al., 1970), (Gotaas, 1973), (Gotaas, Stuberg, 1972).
- Gotaas, Yngvar og Stuberg, M. 1972. Static Stability in a Valley Atmosphere in North Norway. Forsvarets forskningsinstitutt Kjeller. Teknisk notat VM-57
- Gotaas, Yngvar. 1973. Climatological data from meteorological observations in Troms, North Norway, 1963-1968. FFIVM Teknisk notat VM-79.
- Gotaas, Yngvar og Nordlie, Per Eyvind. 1985. Klima - Altavassdraget. Vind- og temperaturmålinger ved damanlegget, vinteren 1984. NILU OR :9/85, referanse O-8330. Norsk institutt for luftforskning. Lillestrøm.
- Kjensli, Per-Ove. 1985. Kaldluftsdrenering ved Masi. Institutt for geofysikk ved Universitetet i Oslo. Nr. 57.
- Norges vassdrags- og elektrisitetstjeneste. 1973. Isforhold i Otta og Lågen. Vurdering av de endringer en kan vente i isforholdene ved forskjellige utbyggingsalternativer. Rapport nr. 3173 Vassdragsdirektoratet, Hydrologisk avdeling, Oslo
- Rodhe, Bertil. 1967. Innverkan av sjøreglering och utbyggnad av vattenkraft på klimatet. Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI). Norrköping.
- Roen, Syver. 1974. Tåke og rimdannelse langs våre vassdrag vinterstid. NVE. Oslo.
- Utaaker, Kåre. 1984. Mulige virkninger av Trollheim-utbyggingen på lokalklimaet i Surnadal. Meteorological Report Series. Universitetet i Bergen, 5-1984.
- Werner-Johannessen, Thor. 1960. Monthly frequencies of concurrent wind forces and wind directions in Norway. Det norske meteorologiske institutt. Oslo.

VEDLEGG A

Da ein reknar med at det kan vera interesse for klimadata frå Alta-området mellom andre enn dei klimasakkunnige, vil vi gje nokre månadsmedel for somme av dei stasjonane i området som er sett i drift på grunn av den planlagde reguleringa. I seinare rapportar reknar vi med å komplettere desse tabellane med dei nyaste dataene. For andre klimadata viser vi til kapittel 1.

TABELL A.1

AUTOMATISK VERSTASJON 9325 EIBY - BORKHUS

MÅNADSMEDEL FOR TEMPERATUR

AR	JAN	FEB	MARS	APRIL	MAI	JUNI	JULI	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
1972												-4,2
1973	-4,5	-10,5	-5,3	-1,3	3,6	10,6	16,1	10,2	3,7	-5,2	-9,1	-14,7
1974	-8,3	-7,2	-2,0	0,7	4,7	11,8	14,3	11,3		0,0	-6,4	-6,9
1975	-12,2	-5,3	-1,7	-1,1	4,6	6,8	10,1	8,5	6,3	0,0	-2,5	-9,8
1976	-16,3	-7,0	-6,7	-0,3	6,3	8,4	11,7	10,6	3,4	-2,5	-6,4	

Tabell A.2

AUTOMATISK VERSTASJON 9340 STENGELSE

MÅNADSMEDEL FOR TEMPERATUR

AR	JAN	FEB	MARS	APRIL	MAI	JUNI	JULI	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
1972												-2,7
1973	-4,4	-9,5	-4,4	-0,8	4,3	10,9	16,4	10,4	4,4	-3,9	-8,5	-12,9
1974	-6,9	-7,0	-1,4	0,8	4,8	11,4	14,3	11,7	7,8	0,5	-5,5	-5,7
1975	-10,3	-4,9	-1,6	-0,9	4,9	7,3	10,7	9,2	7,2	0,8	-1,5	-9,1
1976	-14,6	-6,1	-6,5	-0,5	6,4	8,8	12,2	11,1	4,1	-1,5	-5,6	-7,9
1977	-11,3	-10,2	-7,0	-3,2	3,7	8,1	12,9	11,2	4,8	-0,6	-2,2	-7,3
1978	-12,4	-10,2		-2,0	5,0	10,6	12,6	10,9	5,3	-0,1	-5,4	-11,5
1979	-12,9	-10,1	-5,9	-1,2	4,5	10,9	14,7	12,2	6,7	-1,5	-4,4	-6,4
1980	-11,0	-10,2	-7,3	1,4	4,9	11,9	13,0	11,8	7,5	-0,9	-8,6	-11,7
1981		-9,4	-11,0	-0,8	4,3	7,1	12,3	10,1	5,6	0,2	-5,8	-14,3
1982	-12,0	-5,7	-4,9	-0,4	4,0	5,9	13,2	10,6	5,1		-3,7	-5,6
1983	-9,7	-7,3	-4,7	0,4	5,3	10,0		9,3	8,2	-0,3	-8,4	-12,2
1984	-12,3	-3,3	-7,3	1,0	8,0	10,4	11,4	10,5	5,5	1,1	-6,3	-3,4
MEDEL	-10,7	-7,8	-5,6	-0,5	5,0	9,4	13,1	10,8	6,0	-0,6	-5,5	-8,5
STAND. AV.	2,7	2,3	2,6	1,3	1,1	1,9	1,5	0,9	1,3	1,3	2,2	3,6

Tabell A.3

AUTOMATISK VERSTASJON 9357 MASI - RUOGUNJAR'GA

MANADSMEDEL FOR TEMPERATUR

AR	JAN	FEB	MARS	APRIL	MAI	JUNI	JULI	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
1981									4,5			
1982	-18,1	-10,6	-9,0	-3,9	1,9	4,3	12,3	9,4	3,5	-1,9	-8,3	-11,6
1983	-14,6	-13,7	-9,1	-2,2	2,9	8,6	12,0	8,1	6,8	-2,2	-15,6	-19,6
1984	-17,3	-7,3	-11,6	-2,0	5,7			8,8	3,6	-2,4	-10,9	-8,1

Vedlegg B

KLIMA - ALTAVASSDRAGET

Vind- og temperaturmålinger ved damanlegget, vinteren 1984

1 BAKGRUNN

Hvordan luften strømmer i dalfører og elvegjel i kaldluftsituasjoner kom sterkt frem under diskusjonen om mulige klimaendringer ved utbygging av Altavassdraget. Spesielt dreiet det seg om innvirkningen oppstrøms etter oppdemning av innsjøen Vir'dnejavr'ri. Med midler fra Norges Almenvitenskapelige Forskningsråd startet Geofysisk Institutt ved Universitetet i Bergen et måleopplegg høsten 1984. Det vil pågå i flere år. Bl.a. vil vind- og temperaturforhold registreres i to tverrsnitt, ett like nedenfor damanlegget og ett i elvegjelet mellom Ladnatjav'ri og Vir'dnejav'ri. Videre har Geofysisk Institutt ved Universitetet i Oslo studert kaldluftsdreneringen ved Masi.* Disse studier, sammen med resultatet av de pågående meteorologiske målinger ved Masi, bør gi svar på klimaspørsmål oppstrøms dammen.

For å bedømme mulig klimainnvirkning nedstrøms, forhold som skjønnsretten skal behandle våren 1985, fikk de klimasakkyndige, Y. Gotaas og P.E. Nordlie, vinteren 1984 igang et enklere måleopplegg ved anlegget. Dette kunne skje takket være anleggslederen, siv.ing. Opheim, som har forestått måleprogrammet.

Det er i første rekke resultatet av disse målingene det blir redegjort for i det følgende, og hvor de sammenholdes med samtidige registreringer fra det øvrige stasjonsnett ved Altavassdraget.

* P.O. Kjensli: Kaldluftstrenering ved Masi.

Institutt for Geofysikk Institute Report No. 57.

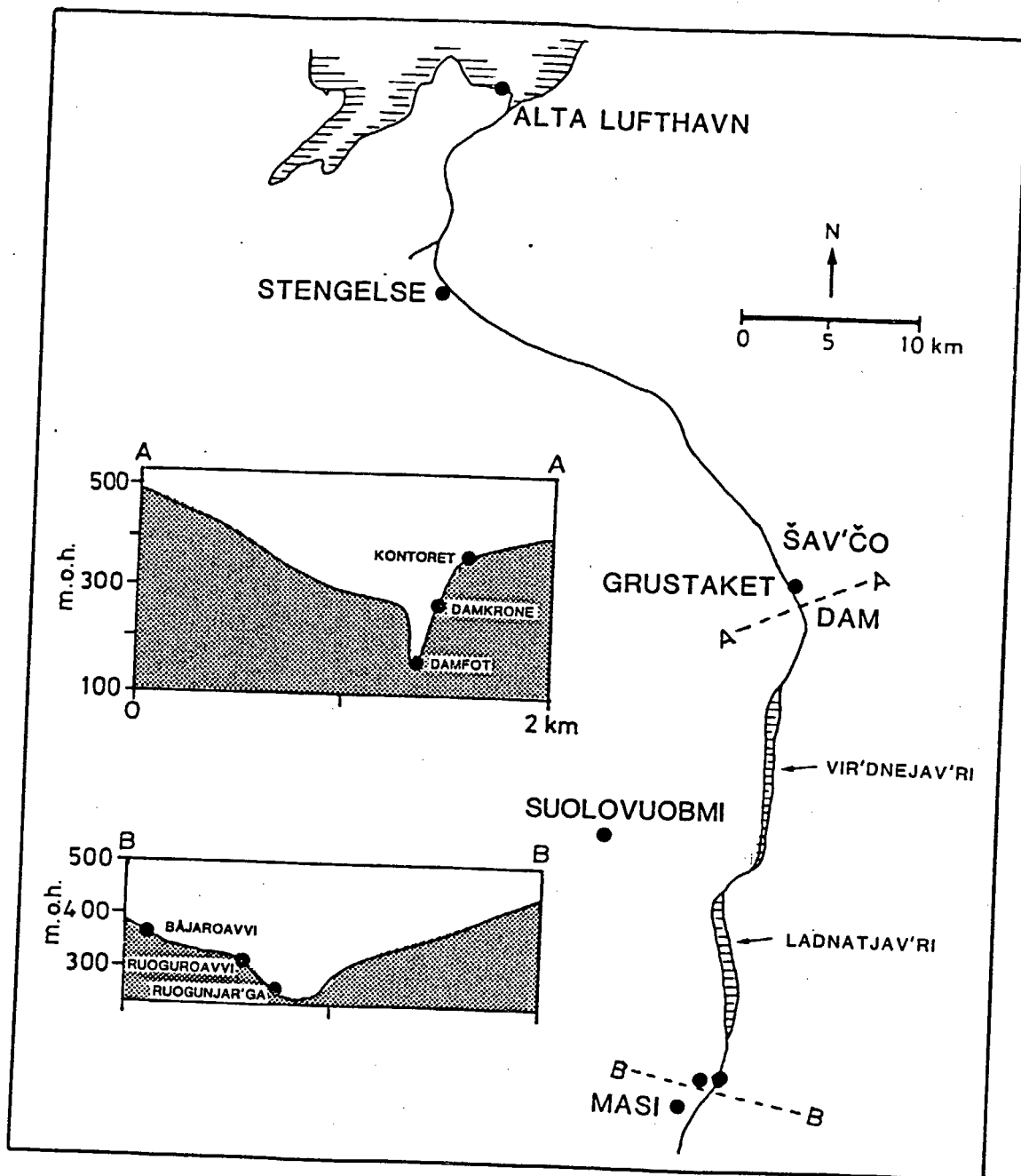


Fig. 1: Stasjonsplasseringer - Altavassdraget

2 MÅLINGER

Ved anlegget ble det hver morgen foretatt temperatur- og vindmålinger ved damfoten, toppen av dammen og ved kontorbygget i brakkeleiren. Dessuten ble det målt på et grustak ved Savco, 2 km nedstrøms. Her vider dalen seg ut og canyonen begynner. Termometer og håndvindmåler var utlånt fra Meteorologisk Institutt.

Resultatene sammenholdes med samtidige målinger fra det faste stasjonsnett i Altavassdraget. Plasseringen av stasjonene er vist i figur 1 og høyden over elva og havet i tabell 1.

Tabell 1. Meteorologiske målestasjoner.

Stasjonsnavn	Høyde over elva	Høyde over havet	Stasjonsnr.
Kontor	200 m	370 m	-
Damkrone	105 m	270 m	-
Damfot	5 m	170 m	-
Grustak	30 m	130 m	-
Masi:Ruogunjar'ga	5 m	277 m	9357
Ruoguroavvi	40 m	317 m	9356
Båjaroavvi	91 m	368 m	9358
Suoluvoubmi	-	374 m	9330
Stengelse	3 m	25 m	9340
Alta Lufthavn	-	3 m	9314

3 RESULTATER

De enkelte måledata er gitt i vedlegg A.

Tabell 2 viser midlere temperaturer og vindhastigheter. Stasjonene er her ordnet etter avstanden fra fjorden. Det er laget 3 forskjellige sett middelverdier. I det første, middel (1), inngår samtlige observasjoner. Det neste, middel (2), tar bare med døgn hvor det blåser ned dalen ved kontoret. Døgn hvor det mangler observasjoner på en eller flere stasjoner, er utelatt.

Bare 2 døgn har her falt ut på grunn av vind opp dalen, resten skyldes manglende observasjoner på en eller flere stasjoner. Middel (3) består av de 6 kaldeste døgn på hver stasjon.

Tabell 2: Vindstyrke (m/s) og temperatur.

Middel (1) - Middel av samtlige målinger (45 observ.)

Middel (2) - Middel av observasjoner der alle parametre fins og hvor vindretningen ved anlegget (kontoret er ned dalen (32 dager)

Middel (3) - Middel av 6 kaldeste dager (på Masi)

VH = vindhastighet i m/s

	ALTA		STENGELSE		GRUSTAK		DAMFOT		DAMKRONE		KONTOR		SUOLOVOUBHI		MASI					
	3 moh		25 moh		130 moh		170 moh		270 moh		370 moh		374 moh		277 moh		317 moh		368 moh	
	VH	Temp.	VH	Temp.	VH	Temp.	VH	Temp.	VH	Temp.	VH	Temp.	VH	Temp.	VH	Temp.	VH	Temp.	VH	Temp.
Middel-1	3,8	- 6,2	2,7	- 7,5	5,6	- 7,3	1,7	- 7,6	2,8	- 8,3	4,1	- 8,2	2,0	-11,3	3,0	-11,7	2,6	-10,8	3,6	-10,9
Middel-2	1,7	- 6,2	2,9	- 7,4	5,9	- 7,3	1,7	- 7,9	2,8	- 8,5	4,3	- 8,3	1,8	-11,2	1,8	-11,3	1,8	-10,6	3,6	-10,9
Middel-3	2,5	-12,6	3,2	-15,9	4,0	-15,4	2,0	-15,6	3,0	-16,3	1,8	-15,4	0,9	-20,6	1,1	-24,4	1,2	-21,0	1,9	-20,1
26. jan.	0,7	-18,6	4,0	-20,6	5,4	-21,0	1,3	-20,5	5,8	-21,5	3,9	-22,5	1,0	-26,1	0,5	-30,6	0,3	-28,0	2,2	-27,2
17. febr.	7,0	- 5,1	5,0	- 4,5	17,7	- 4,5	2,4	- 4,5	3,8	- 5,0	11,5	- 6,0	1,5	- 7,2	9,5	- 5,3	6,3	- 5,6	8,9	- 6,1

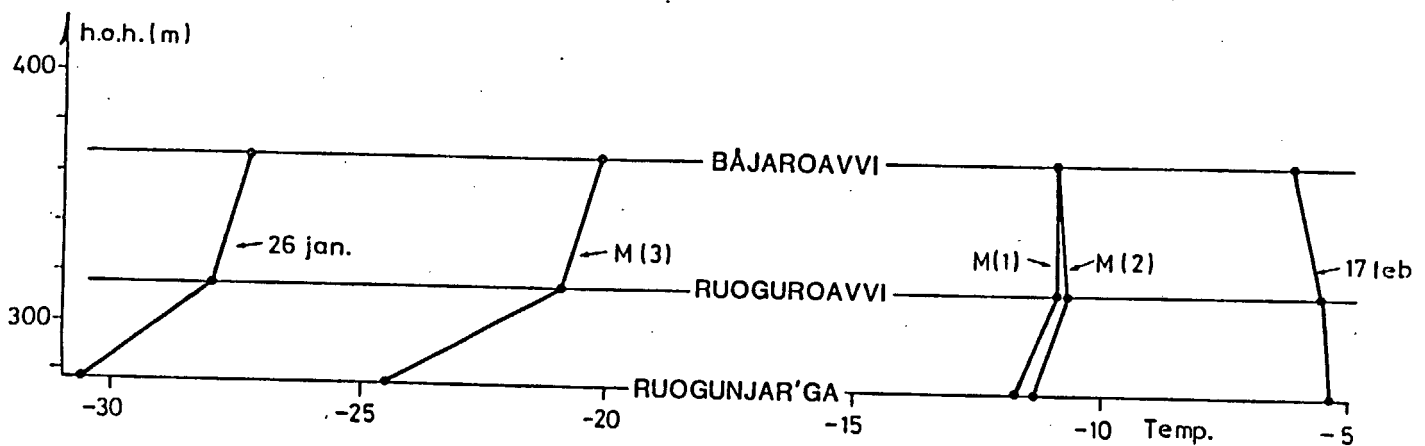
3.1 TEMPERATURFORHOLD

Middeltemperaturen viser liten forskjell enten vi tar med alle observasjonene (45 døgn) eller bare døgn med vind ned dalen og med fullstendige data på alle stasjoner (32 døgn). Begge tilfeller viser avtagende temperaturer i dalbunnen med økende avstand fra kysten. Bare Savco er et unntak, i det Grustaket viser noe høyere temperaturer enn Stengelse, 28 km lengre nede i dalen.

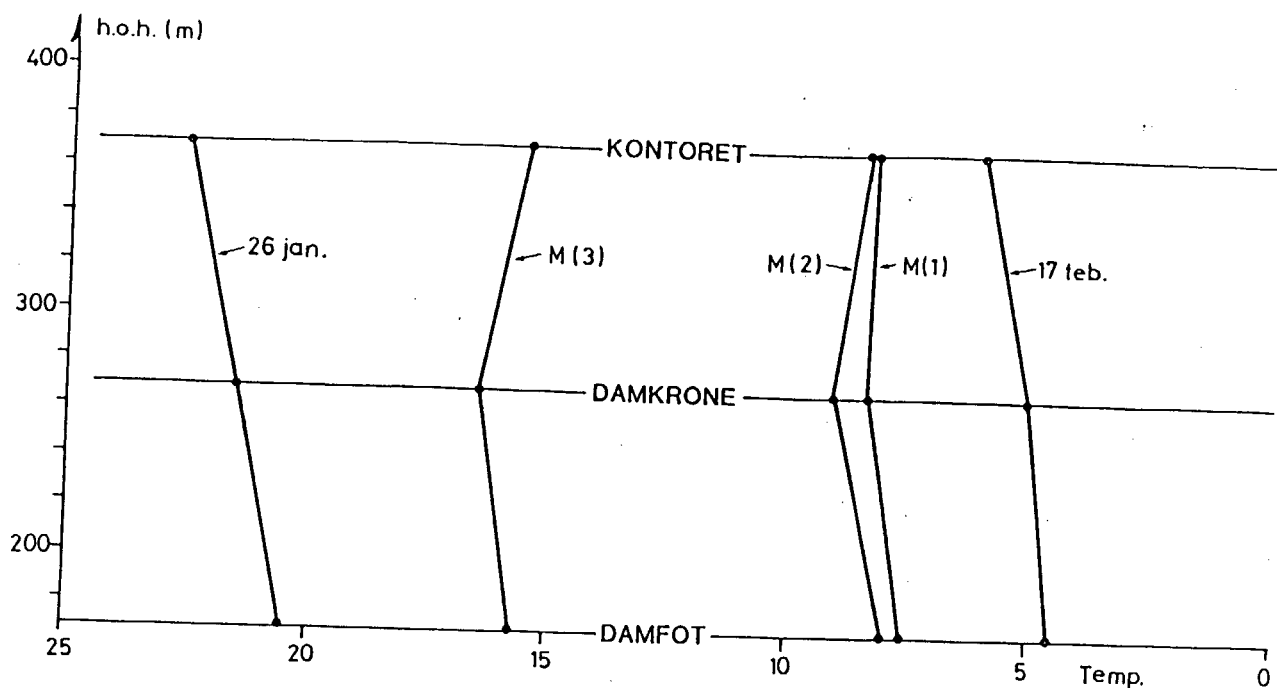
I store trekk finner vi den samme temperaturofordelingen i årets kaldeste døgn, 26. januar, og når vi tar midlet av de 6 kaldeste døgn.

Når det gjelder vertikale temperaturfordelinger målt ved damanlegget og ved Masi, finner vi imidlertid markerte forskjeller i inversjonsstyrke og høyde. (Inversjon = temperaturøking med høyden). Figur 2 viser inversjonen i Masi. Styrken øker med kulden. Den 26. januar øker temperaturen 2,6 grader i de laveste 40 m.

Figur 3 viser forholdene ved damanlegget. Ikke i noen av tilfellene er det inversjon under damkronhøyde. I det trange gjelet blir luften blandet ved turbulens og de bratte fjellssidene reduserer strålingstapet, slik at temperaturen her avtar med høyden (adiabatisk). I det kaldeste døgnet, 26. januar, starter inversjonen over kontorhøyden.



Figur 2: Vertikale temperaturfordelinger - Masi.
 M(1) - Middell av samtlige observasjoner (45 dogn)
 M(2) - Middell av dogn med vind ned dalen og fullstendige datasett (32 dogn)
 M(3) - Middell av 6 kaldeste dogn



Figur 3: Vertikale temperaturfordelinger, damanlegget.

3.2 VINDFORHOLD

Som nevnt var det bare 2 døgn vindmålingene ved kontoret ikke viste vind ned dalen. Dette viser at vintermonsun, med drenering ut dalførene, dominerer strømningsbildet. I dalbunnen er vindstyrken lavest i Alta og ved Masi.

3.3 FORHOLDENE VED SAVCO (GRUSTAKET)

Observasjonene ved grustaket viser spesielle forhold. Som nevnt er temperaturen her relativt høy, samtidig som stasjonen har de høyest observerte vindstyrker. Dette henger sammen med den plutselige utvidelse av dalprofilen. Det strømmer for lite luft ut gjelet til å fylle opp dalvolumet ved Savco. Fra større høyde og fra sidene suges luft som varmes opp under nedsynkingen. Samtidig skjer det en sterk vindøkning. I tre tilfelle er det målt vindstyrke over 10 m/s. Det var da lavtrykk i havet og sterke trykkfelt. Sterkest var vindstyrken 17. februar med 17,6 m/s (sterk kuling).

Tabell 2 viser sterk vind også på alle de øvrige stasjoner i dette døgnet og utjevning av temperaturløstsetningene.

3.4 KONKLUSJONER

Vintermonsun med vind ut dalførene dominerer vind- og temperaturforholdene. I dalbunnen faller temperaturen jevnt med avstanden fra kysten. Ved Masi dannes temperaturinversjoner, mens inversjonen brytes opp i det trange gjelet ved damanlegget. Den plutselige dalutvidelsen ved Savco fører til sterk lokalvind og relativt høy temperatur.

Temperaturmålingene på Stengelse og Meteorologisk Institutt's målinger på Alta og Suolovuobmi viser at januar var kaldere enn normalt, februar betydelig varmere, og mars ubetydelig kaldere enn normalt.

Tabell 3 viser normaler og avvik i temperaturer.

Tabell 3: Middeltemperaturer sammenholdt med normalene. For Stengelse er normalen beregnet ut fra måleperioden des. 1973-des. 1984.

	Alta		Stengelse		Suolovuobmi	
	1984	Normal	1984	Normal	1984	Normal
Januar	-9,5	-7,2	-12,3	-9,2	-15,0	-12,6
Februar	-2,4	-8,3	-3,3	-9,3	-7,2	-13,0
Mars	-5,6	-5,4	-7,3	-6,6	-11,1	-10,1

Utslagene er tildels store, noe en må vente de fleste vintre. Det samme gjelder derfor også verdiene i tabell 2. Relativt sett bør imidlertid observasjonene i 1984 gi et korrekt bilde av forholdene før oppdemning. Det samme bør også gjelde konklusjonene.

Vind- og temperaturmålinger ved damanlegget og samtidige registreringer ved de øvrige stasjoner i Altavassdraget

VI = Vindhastighet i m/s
dd = Vindretning i dekadgrader
(9)99 = Observasjoner mangler

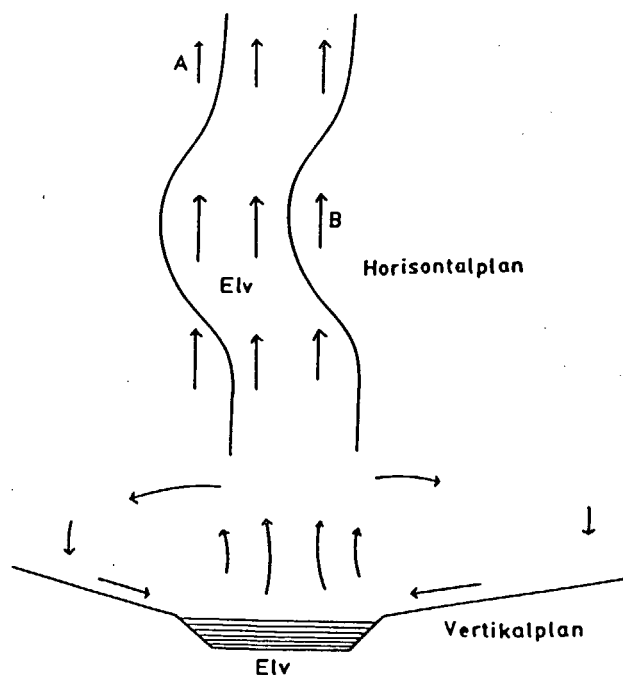
										MASI					
		KONTOR	DAMFOT	DAMKR.	GRUST.	ALTA	SUOLO.	STENGELSE	317 moh	277 moh	368 moh				
AR	MN	DA	KLOK	DD	VI TEMP	VI TEMP	VI TEMP	VI TEMP	VI DD TEMP	VI DD TEMP	VI DD TEMP	VI DD TEMP	VI DD TEMP	VI DD TEMP	
84	1	26	830	18 39	-225	13 -205	58 -215	54 -210	7 18 -186	10 15 -261	40 18 -206	3 24 -280	5 12 -306	22 20 -272	
84	1	27	830	16 12	-95	10 -140	12 -155	7 -135	2 20 -138	10 29 -172	20 12 -149	2 21 -191	5 21 -187	2 24 -186	
84	1	30	830	16 46	-150	23 -130	40 -135	49 -135	35 16 -127	10 16 -186	30 18 -150	5 30 -154	1 19 -164	10 19 -159	
84	1	31	830	16 49	-115	25 -110	39 -115	57 -100	7 15 -99	25 15 -146	20 16 -96	7 21 -142	4 2 -144	13 19 -149	
84	2	1	830	16 54	-100	13 -75	18 -90	70 -80	65 17 -71	25 18 -106	30 9 -69	43 17 -99	53 18 -94	22 18 -105	
84	2	2	900	20 78	-105	14 -80	47 -100	160 -90	35 14 -105	10 19 -122	20 12 -128	45 20 -110	57 17 -105	19 18 -116	
84	2	3	830	20 69	-55	9 -35	46 -50	141 -35	25 14 -53	25 18 -54	30 20 -25	56 20 -56	73 19 -52	31 19 -62	
84	2	6	830	22 65	-20	11 10	166 5	86 5	50 22 17	45 18 -14	60 18 17	45 19 -8	58 18 -4	73 19 -14	
84	2	7	830	18999	-30999	-10999	-15999	-5	40 17 -26	45 18 -20	30 14 -34	40 16 -24	41 17 -20	53 17 -34	
84	2	8	830	18999	-125999	-110999	-120999	-115	50 15 -66	25 17 -116	30 15 -77	22 20 -141	20 22 -140	27 13 -144	
84	2	9	830	18999	-120999	-125999	-130999	-125	55 15 -81	25 15 -152	40 14 -94	46 20 -153	60 18 -148	37 18 -164	
84	2	10	830	16999	-130999	-155999	-170999	-145	20 19 -95	10 10 -230	20 11 -140	2 24 -248	8 19 -280	6 22 -200	
84	2	13	830	9999999	30999	30999	20999	30	40 20 62	95 21 23	20 9 47	46 19 26	72 19 25	82 22 21	
84	2	14	830	9999999	-30999	0999	-10999	0	40 18 34	95 21 -40	40 25 24	49 25 -17	69 19 -21	80 23 -24	
84	2	15	830	18 81	-20	16 -30	16 -20	76 10	110 28 25	25 25 -40	50 28 18	43 22 -24	46 20 -34	56 22 -31	
84	2	16	830	18 6	-50	24 -30	43 -45	66 -25	70 18 34	45 20 -18	20 15 22	38 22 -54	49 18 -52	37 20 -65	
84	2	17	830	16 115	-60	24 -45	38 -50	176 -45	70 16 -51	15 19 -72	50 18 -45	63 21 -56	95 19 -53	89 20 -61	
84	2	20	830	14 30	-60	20 -70	25 -85	58 -70	40 23 2	10 3 -128	20 12 -19	6 19 -145	9 14 -158	16 22 -133	
84	2	21	830	20 26	-115	16 -105	26 -115	46 -95	60 17 -70	10 16 -143	30 18 -95	19 22 -136	11 27 -143	29 18 -142	
84	2	22	830	22 43	-120999	999999	999	43 -115	30 17 -114	10 16 -152	20 15 -115	22 23 -149	31 20 -143	46 20 -155	
84	2	23	830	20 43	-160	17 -165	27 -170	74 -165	45 20 -134	10 16 -203	40 20 -147	22 18 -209	16 17 -212	34 19 -215	
84	2	24	830	18 85	-130	31 -115	59 -125	120 -100	70 16 -125	45 16 -165	40 15 -109	50 18 -138	63 16 -133	72 20 -143	
84	2	27	830	18 74	30 24	45 20	45 169	50 40	20 65	25 17 20	30 18 60	54 23 25	78 20 24	93 22 20	
84	2	28	830	22 49	-50	10 -30	10 -35	63 -30	50 21 -4	10 19 -56	20 12 -16	31 20 -58	57 18 -52	40 20 -62	
84	2	29	830	13 72	-45	29 -55	34 -65	56 -50	60 16 -39	25 16 -76	40 18 -53	86 12 -68	33 20 -65	80 14 -72	
84	3	2	830	18 50	-160	22 -150	26 -160	38 -155	30 18 -128	25 2 -232	999999 -196	26 24 -202	23 21 -232	28 20 -212	
84	3	5	830	22 23	-70	17 -50	41 -60	65 -50	40 16 -46	25 15 -89	30 36 -62	43 13 -65	54 19 -61	46 20 -71	
84	3	6	830	20 31	-40999	-35	21 -45	64 -40	50 17 -32	10 16 -97	30 36 -50	10 23 -94	5 16 -129	19 14 -95	
84	3	7	830	20 29	-55999	-50999	-55999	-45	20 16 -68	10 35 -88	10 12 -90	7 4 -75	10 3 -101	39 35 -64	
84	3	8	830	18 25	-100	22 -110	22 -115	16 -100	15 14 -80	10 2 -144	30 14 -152	1 13 -152	8 21 -217	13 20 -140	
84	3	9	830	22 34	-45	16 -35	30 -50	31 -30	20 10 -16	10 16 -86	20 14 -16	22 22 -82	7 10 -99	40 19 -91	
84	3	12	830	16 25	-65	15 -65	23 -70	44 -60	30 14 -49	10 16 -92	20 32 -77	37 20 -82	60 17 -79	44 20 -88	
84	3	14	1200	27 52	15 19	20 0	20 52	10 45	20 22	25 21 -16	20 12 22	39 24 8	68 19 7	48 23 5	
84	3	15	830	22 39	-65	29 -60	27 -70	30 -50	85 35 -48	25 36 -92	40 30 -63	16 4 -91	32 35 -89	42 32 -99	
84	3	16	830	36 54	-110	10 -110999	-110	8 -100	30 6 -61	0 0 -122	10 12 -81	4 29 -113	5 9 -143	10 6 -106	
84	3	19	830	36 31	-125	28 -115	25 -135	34 -120	30 20 -107	10 16 -186	20 36 -113	4 16 -195	4 31 -199	11 20 -181	
84	3	20	830	16 18	-35	19 -60	10 -60	37 -45	0 0 -30	10 16 -88	10 34 -42	6 15 -94	2 20 -104	15 18 -91	
84	3	21	830	9 25	-100	21 -110	30 -110	148 -100	25 19 -86	0 0 -154	20 30 -100	1 13 -154	3 2 -154	0 21 -149	
84	3	22	830	9999	-80999	999999	999999	999	30 18 -118	0 0 -195	20 12 -165	4 14 -175	2 22 -207	6 17 -145	
84	3	23	830	14 13	-80999	999999	999999	999	10 17 -131	10 34 -128	10 12 -120	4 16 -108	1 10 -153	51 34 -105	
84	3	26	830	16 19	-150	24 -150	18 -150	20 -150	30 13 -130	10 14 -167	30 15 -111	16 24 -166	3 11 -215	19 21 -168	
84	3	27	830	14 36	-130	3 -135	34 -135	48 -130	25 17 -120	10 15 -168	20 10 -165	12 18 -136	4 20 -159	33 21 -145	
84	3	28	830	18 26	-70	9 -80	19 -85	15 -80	20 18 -76	0 0 -112	20 20 -84	11 7 -103	9 34 -99	16 3 -102	
84	3	29	830	18 10	-90	6 -95	8 -95	11 -90	70 6 -64	45 4 -106	30 36 -64	56 9 -99	56 3 -98	66 5 -100	
84	3	30	830	16 19	-90	13 -85	11 -90	5 -30	15 22 -84	10 8 -114	10 15 -98	23 9 -94	16 34 -98	21 7 -100	

VEDLEGG C

FROSTRØYK, frekvensutrekning.

Frostrøyk er ei form for fordampingståke som kan bli danna over ope vatn når vatnet er varmare enn lufta. Dette er eit naudsynt vilkår for frostrøyk, men ikkje noko tilstrekkeleg vilkår. Ein vil difor vidare undersøkje dei meteorologiske tilhøva som må vera oppfylte for at frostrøykproduksjonen kan koma i stand.

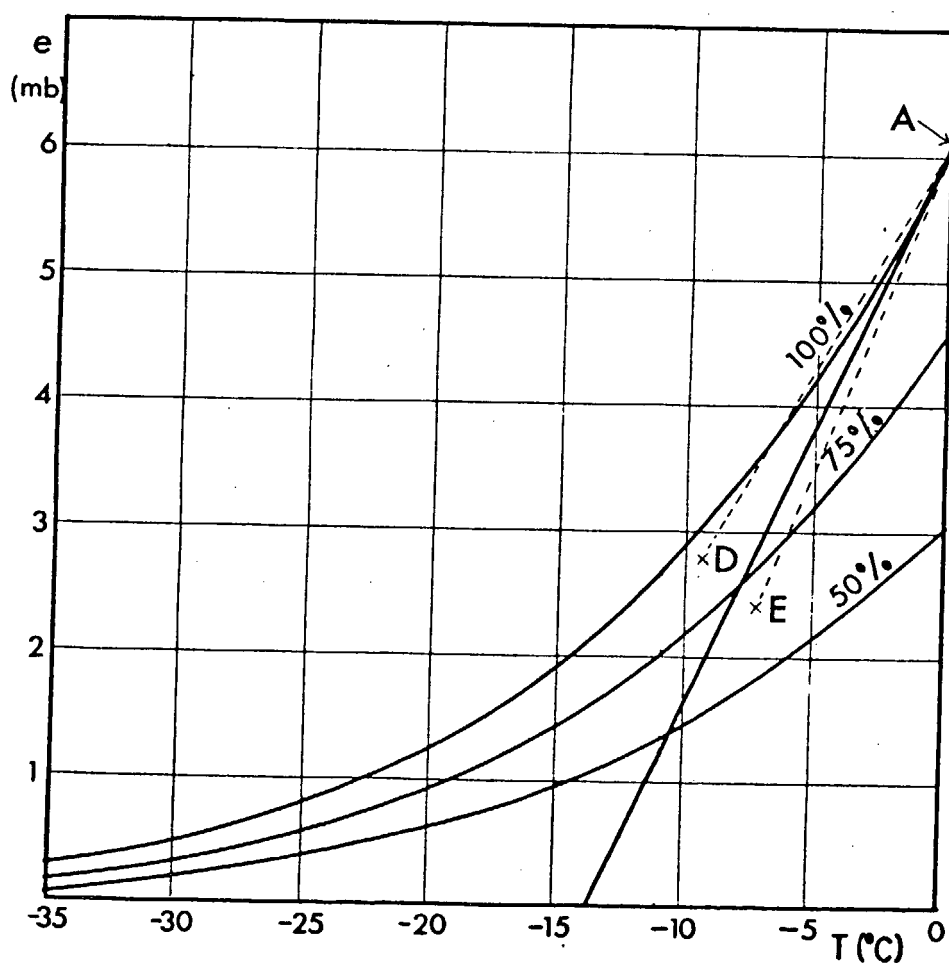
- C.1 Meteorologiske vilkår for frostrøyk: Fig. C.1 syner eit strøymingsbilete som er vanleg over ei elv med ope vatn i ein frostrøyksituasjon. Den varme elva skaper eit undertrykk som fører til at luft frå sidene kjem inn over vatnet. Der kan lufta koma i kontakt med vatnet og det går ein transport av følbar og latent varme opp i luftlaget. Over vatnet kan ein tenkje seg eit tynt luftlag som har temperatur som i vassflata og er metta med vassdamp. Lagdelinga over vatnet vil vera overadiabatisk slik at den oppstrøymande lufta over vatnet vil bli sterkt turbulent. I denne straumen vil luftmassar med ulik historie og dermed også ulik temperatur og relativ råme blandast med kvarandre. Alle moglege blandingshøve kan tenkjast å eksistere frå luftmassar som har temperatur (T_v) som i vassoverflata og er metta med vassdamp (relativ råme $U_v = 100\%$) til luftmassar som har temperatur (T_o) og relativ råme (U_o) som i den omgjevande lufta.



Figur C.1

Skissa syner eit skjematisk bilete av ein frostrøyksituasjon framstilt i både horisontalplanet og vertikalplanet. I dette tilfelle er det vind langs dalen (sno) slik det ofte er tilfelle i kaldt vinterver. Området B på figuren er spesielt utsett for frostrøyk og riming da luft som har passert lenge over elva lett kjem inn over neset. Frostrøyk kan også lett koma inn over område A.

Dersom temperaturen i vassflata er 0 gradar, vil ei luftmasse nær vassoverflata vera representert ved punktet A på fig. C.2. Likeeins kan andre luftmassar vera representerte på diagrammet til høgre for møtningskurva ($U = 100\%$), t.d. punkt E. Ved blanding mellom luftmassane A og E, vil luftmassen etter blandinga med god tilnærming bli liggjande ein eller annan stad på linestykket AE alt etter blandingshøvet mellom luftmassane. Slik punktet E er plassert på figuren, kan det ikkje bli tåke i blandingsluftmassen. Dersom luftmasse D derimot blir blanda med luftmasse A, ser ein av figuren at det kan bli tåke i blandingsluftmassen under gunstige blandingshøve sidan linestykket AD skjer møtningskurva. Tangenten i punktet A avgrensar eit område til venstre for tangenten der frostrøyk ved blanding er mogleg. I området til høgre for tangenten, er frostrøyk ikkje mogleg.



Figur C.2

Diagrammet viser vassdamptrykket, e , som funksjon av lufttemperaturen, T . Relativ røme (U) er brukt som parameter i dei kurvene for $U = 50\%$, $U = 75\%$ og dessutan møtningskurva er dregen opp.

Ein vil no ha som føresetnad at tilstanden i den omgjevande lufta ligg i området til venstre for tangenten slik at frostrøykproduksjonen er mogleg. Diagrammet viser at di høgre den relative rømen og di lågare temperaturen er i den omgjevande lufta, di større

er sjansen for frostrøyk. Dessutan er det viktig korleis blandinga skjer. Dersom det er mykje vind på staden, vil ein få ei særstør innblanding av frostrøykfri luft ved at stabiliteten i den omgjevande lufta blir nedsett og turbulensen aukar. På diagrammet tilsvarar dette at blandingsluftmassen blir liggjande nær punktet D til høgre for måtningskurva og dermed ingen frostrøyk.

Nå kan naturlegvis den omgjevande lufta ha liten stabilitet sjølv om det er lite vind. Ei jamføring mellom frostrøykfrekvens og skydekke viser at sjansen for at frostrøyk skal kunne utvikle seg under eit skydekke er mykje mindre enn i klårver sjølv når temperatur og relativ råme er konstant i dei to tilfella.

C.2 Frostrøykobservasjonar. Det har vore starta fleire systematiske observasjonsseriar av frostrøyk etter ulike registreringsprinsipp. Ein kan nemne NVE, hydrologisk avdeling, iskontoret (NVE, 1973) som også har sett i gang fotografering av frostrøyk frå standplassar i ein avstand av nokre hundre meter. SMHI (Rodhe, 1967) har brukt observasjonar frå meteorologiske stasjonar i Norrland i Sverige. Vinteren 1973/74 starta Cand. Real. Sigmund Høgåsen observasjonar av frostrøyk ved osen av Vågavatnet i Gudbrandsdalen på oppdrag frå NVE og i samråd med DNMI. Han har observert frostrøyken ved å gå heilt bort til vassdraget. Der har han ikkje berre avgjort om det var frostrøyk eller ei, men taksert styrken og utbreiinga av han. Fordi desse observasjonane er så detaljerte, vil ein sjå nærare på resultatet. Observasjonane kan delast inn i tre grupper.

- Gruppe 1. All frostrøyk som kan observerast.
- Gruppe 2. Velutvikla frostrøyk.
- Gruppe 3. Frostrøyk, tett eller delvis tett (sikt <100m), som i det minste tidvis breier seg utanom isfritt vatn.

Av denne oppstillinga ser ein at alle observasjonane i gruppe 3 også høyrer heime i gruppe 2 og 1, liksom alle observasjonane i gruppe 2 også høyrer heime i gruppe 1. Gruppe 1 omfattar da all frostrøyk, frå knapt synlege tilfelle til mektige skoddeteppa frå dalside til dalside.

Ein del av materialet frå Vågå er analysert og frostrøykfrekvensen (f) for ulike temperaturar i den omgjevande lufta er gjeven i tabell 1, der f er definert som

$$f = \frac{N_1}{N_1 + N_2}$$

- N_1 = observasjonar med frostrøyk
- N_2 = observasjonar utan frostrøyk

Observasjonane som er nytta her, er tekne ein gong i døgnet så snart det vart ljost om morgonen. På den måten er observasjonstidspunktet bestemt av solhøgda og ikkje av eit fast tidspunkt på dagen.

Som ventande kunne vera, varierer frostrøykfrekvensen sterkt mellom dei tre gruppene. Mykje av frostrøyken i gruppe 1 er så tynn at ein ikkje kan sjå han dersom ein ikkje går heilt bort til det opne straumdraget. Såleis vil veike frosttilfelle gå tapt ved fotografering på avstand. Dette viser at registreringsmåten har mykje å seia for resultatet.

- C.3 Frostrøyk over Altaelva: Tabell C.1 syner altså frostrøykfrekvensane som funksjon av temperaturen for dei tre gruppene av frostrøyk slik dei er funne ved hjelp av observasjonane over eit ope elvestykke ved osen av Vågavatnet i Gudbrandsdalen. Spørsmålet som reiser seg, er om det er mogleg å bruke resultatata i tabellen til å rekne ut frostrøykfrekvensar over Altaelva.

Tabell C.1

Temp. intervall	1460 Vågåmo		
	f_1	f_2	f_3
-3.1, -6.0	0.02	0.00	0.00
-6.1, -9.0	0.08	0.02	0.01
-9.1, -12.0	0.35	0.14	0.03
-12.1, -15.0	0.62	0.33	0.10
-15.1, -18.0	0.83	0.58	0.29
-18.1, -21.0	0.94	0.85	0.54
-21.1, -24.0	0.99	0.98	0.76
-24.0, -27.0	1.00	1.00	0.91
-27.1, -30.0	1.00	1.00	0.98
< -30.1	1.00	1.00	1.00

f_1, f_2 og f_3 er frostrøykfrekvensar for gruppene 1, 2 og 3
 Døme: I intervallet -15.1, -18.0 er frekvensen i gruppe 2
 0.58, dvs. at av 100 tilfelle er det frostrøyk i 58 av dei.

Som ein har sett, er det tre meteorologiske faktorar som er viktige for danninga av frostrøyk, d.e. temperaturdifferens mellom vatn og luft, relativ røme og statisk stabilitet i den omjevande lufta. Å korrigere for temperaturdifferensar mellom Stengelse og Vågå er ikkje noko problem da ein har observasjonar frå bae stadene og dessutan kjenner frostrøykfrekvensane som funksjon av temperaturen i Vågå. Relativ røme blir også observert på bae stadene, men instrumenta til det bruket (hygrometra) kan ha store feilkjelder for den lågaste delen av temperaturskalaen der frostrøyk kan vera aktuelt. Observasjonane av reltiv røme på 1460 Vågåmo og 9340 Stengelse tyder likevel på liten skilnad mellom dei to stasjonane.

Når det gjeld stabiliteten i lufta, blir ikkje den målt på ver-
 stasjonane og det er difor naudsynt å bruke indirekte metodar:
 Luft i dei næraste ti-metrane over bakken vil om vinteren i reg-
 elen ha stabil lagdeling, særleg i klårver. Aukar derimot vinden
 eller det skyar over, vil den statiske stabiliteten minke. Dette
 er granska i Bardu-området i Troms (Gotaas, Stuberg, 1972). Re-
 sultata syner at når vinden blir sterkare enn 3 m/s, minkar den
 statiske stabiliteten, men ikkje så mykje at stabiliteten blir
 nøytral. Gjennomsnittleg temperaturdifferens mellom nivåa 24 m og
 2 m er da under 1 grad. For svakare vind enn 3 m/s var tempera-
 turdifferensen mellom dei same nivåa om lag 3 gradar. Ein vil i
 det vidare arbeidet anta at sjansen for at det av frostrøyken
 skal laga seg tåkebankar som kan drive inn over land, vil vera
 svært liten dersom vinden er sterkare enn 3 m/s. Men som ein vil
 koma inn på seinare, kan det rime sterkt under slike tilhøve.

I tabellane C.2 og C.3 er gjevne målingar av vind og skydekke for
 Alta-området jamført med tilsvarende målingar frå Vågå i dei tem-
 peraturintervalla ein kan vente frostrøyk. Det syner seg at det
 er skilnad på vinterklimaet på Stengelse og på Vågå - Klones i
 det sjansen for vind kombinert med kulde er større på Stengelse
 enn på Klones. Likevel syner det seg at dersom temperaturen er
 lågare enn -20 gradar, er det svært sjeldan vind større enn 3 m/s
 både på Stengelse og Klones. Dessutan er det svært sjeldan
 frostrøyk for temperaturar høgre enn -10 gradar. Ved -10 gradar
 går vinden på Stengelse over 3 m/s i 20% av tilfella. Dette
 talet minkar til 5% ved -20 gradar. For å få eit estimat av kva
 dette har å seie for frostrøykfrekvensen, er det gjort utrekn-
 ingar under desse føresetnadene:

Tilfelle 1: Frostrøykfrekvensane i tabell C.1 gjeld for
 Stengelse utan modifikasjon.

Tilfelle 2: Frostrøykfrekvensane i tabell C.1 gjeld for
 Stengelse når vinden ≤ 3 m/s.
 Når vinden er >3 m/s, er det ikkje frostrøyk
 på Stengelse.

Tilfelle 1 gjev truleg mest realistiske resultat når det gjeld
 produksjon av frostrøyk over elva, dvs. frostrøyk i gruppene 1 og
 2. Tilfelle 2 gjev truleg mest realistiske resultat når det
 gjeld transport av frostrøyk (frosttåke) frå det opne elvestykket
 og innover land, dvs. gruppe 3.

Utrekning av frostrøyktilfelle pr. år (D) er gjort etter formelen

$$D = \sum f(T) \cdot d(T) \quad , \text{ der}$$

f(T) = sjansen for frostrøyk i temperaturintervallet T
 d(T) = talet på tilfelle i gjennomsnitt pr. år i temp-
 eraturintervallet T ved observasjon kl. 07.

Tabell C.2

Temp. intervall	9340 Stengelse			1461 Vågä - Klones		
	Na	Nv	$\frac{Nv}{Na}$	Na	Nv	$\frac{Nv}{Na}$
-3.1, -6.0	31.6	24.6	0.79	37.0	31.6	0.85
-6.1, -9.0	25.9	21.9	0.85	24.5	23.7	0.97
-9.1, -12.0	22.8	18.3	0.80	19.6	16.6	1.00
-12.1, -15.0	16.9	14.8	0.88	10.8	10.7	1.00
-15.1, -18.0	13.4	12.1	0.90	9.0	9.0	1.00
-18.1, -21.0	8.4	8.0	0.95	10.3	10.3	1.00
-21.1, -24.0	5.2	5.1	0.98	3.8	3.8	1.00
-24.0, -27.0	2.8	2.8	1.00	2.6	2.6	1.00
-27.1, -30.0	1.1	1.1	1.00	3.6	3.6	1.00
< -30.1	0.0	0.0	1.00	2.4	2.4	1.00

Na= Tilfelle av lufttemperatur ved observasjonsterminen kl 07 i gjennomsnitt for året.

Nv= Tilfelle av lufttemperatur ved observasjonsterminen kl 07 i gjennomsnitt for året. Berre tilfelle av vind < 3 m/s er talt opp.

Observasjonsperiodar:

1461 Vågä - Klones

april 1977 - desember 1983

9340 Stengelse

desember 1972 - desember 1983

Tabell C.3

Temp. intervall	9314 Alta - Lufth.			9330 Suolovuobai			1460 Vågämo		
	Na	Ns	$\frac{Ns}{Na}$	Na	Ns	$\frac{Ns}{Na}$	Na	Ns	$\frac{Ns}{Na}$
-10.1, -15.0	29.0	17.9	0.62	37.7	15.1	0.41	23.6	11.8	0.50
-15.1, -20.0	14.6	11.3	0.77	24.1	13.7	0.57	14.1	8.1	0.57
< -20.1	5.6	5.1	0.91	28.9	22.7	0.78	9.7	8.5	0.88

Na= Tilfelle av lufttemperatur ved observasjonsterminen kl 07 i gjennomsnitt for året.

Ns= Tilfelle av lufttemperatur ved observasjonsterminen kl 07 i gjennomsnitt for året. Berre tilfelle av skydekke < 5 (åttandedelar) er talt opp.

Observasjonsperiodar:

1460 Vågämo

januar 1957 november 1976

9314 Alta Lufthavn

desember 1963 april 1984

9330 Suolovuobai

desember 1963 april 1984

Utrekningane er gjevne i tabell C.4. Resultata tyder på at skilnad i vindklima mellom Stengelse og Vågå berre spelar ei rolle for frostrøyk i gruppe 1. Skilnaden i tala for gruppe 2 og 3 er så liten at uvissa i resultata i alle høve vil vera større enn denne skilnaden.

Stasjonen 9340 Stengelse har ikkje skydekke, difor vil ein bruke stasjonane 9314 Alta og 9330 Suolovuobmi og jamføre målingane med 1460 Vågåmo som er ein tidlegare manuell stasjon på same staden som 1461 Vågå - Klones. I følgje tabell C.3 er det større skilnad på dei to Finnmark-stasjonane seg imellom enn mellom kvar av dei to og Vågåmo. Det er såleis ingen grunn til å la vera å bruke frekvensane i tabell C.1 på grunn av skydekket.

Tabell C.4

Gruppe	Frostrøyktilfelle ved 9340 Stengelse								Vind < 3 m/s \ året
	Alle observasjonane								
	jan.	feb.	mars	april	okt.	nov.	des.	året.	
1	12	10	8	1	2	6	10	49	38
2	9	7	6	0	1	3	7	33	31
3	5	5	3	0	0	2	4	19	18

Tabellen syner talet på frostrøyktilfelle i gjennomsnitt for månader og år ved Stengelse under den føresetnaden at frekvensane i tabell C.1 også gjeld for Stengelse. Frostrøyktilfella refererer seg til klokka 7 om morgonen.

Det er rekna med to tilfelle:

- 1) Alle observasjonane blir talde med.
- 2) Berre dei observasjonane der vinden er mindre eller lik 3 m/s blir talde med.

Den elvestrekninga som no skal vurderast er over 30 km lang og det er såleis vel verdt å granske kor representativ 9340 Stengelse er for heile strekninga frå osen av Eidbyelva i nord til Sav'co i søraust. Nå ligg Stengelse nær nordenden av strekninga slik at ein kan vente størst avvik i representativitet i søraust. Det er også i søraust, ved Sav'co at ein ventar størst areal av ope vatn (Boe, 1985).

Vinteren 1983/84 vart det observert vind og temperatur i anleggsområdet oppe ved Sav'co på fire stader: Ved brakkeleiren 370 m.o.h., ved damkroa 270 m.o.h., ved damfoten 170 m.o.h. og ved eit grustak litt nedafor osen av Joat'kajakka 130 m.o.h..

Mølingane er gjevne på side 12 i vedlegg B. Medelverdiane for temperaturobservasjonane i Sav'co er nær dei same som på Stengelse. Dette gjeld anten ein ser på alle observasjonane eller berre dei observasjonane der temperaturen er låg nok til at ein kan vente frostrøyk. Vinden varierer mykje mellom dei ulike observasjonsstadene i Sav'co. Minst vind er det i det tronge gjelet ved damfoten medan vinden er sterkast ved grustaket der dalen vidar seg ut og luft strøymer ned i kløfta. Det er vanskeleg å gje noka litande vurdering av korleis vinden varierer vidare nedover ved Sav'co-vatnet. Truleg bles det noko mindre der enn i grustaket da dalen har ei ny innsnevring ved Gabo. Likevel er det grunn til å anta at det i større delar av Sav'co er meir vind enn på Stengelse. Den statistiske stabiliteten i luftlaga nærast elva vil vera svakare ved Sav'co enn ved Stengelse.

C.4 Oppsummering: Frostrøykfrekvensen som funksjon av temperaturen $f_v(T)$ er kjent for Vågå i Gudbrandsdalen der det er gjort grundige observasjonar av frostrøyk. Dersom den tilsvarande funksjonen for Stengelse $f_s(T) = f_v(T)$, kan frostrøyktilfella ved Stengelse finnast sidan temperaturen på Stengelse er kjent. Jamføringar av vind og skydekke, som også er viktige faktorar ved frostrøykdanning, tyder på at $f_s(T) = f_v(T)$. Ved Sav'co er truleg vinden sterkare enn ved Stengelse og det kan føre til ei overestimering av talet på frostrøyktilfelle som driv innover land dersom ein set $f_{sa}(T) = f_s(T)$ der $f_{sa}(T)$ er frostrøykfrekvensen for Sav'co.

I dette vedlegget er berre meteorologiske faktorar ved frostrøykdanning vurderte. Dette er berre ein del av problemet sidan storleiken av arealet med ope vatn er viktig. Dette vil bli drøfta vidare i hovudkapitlet der ein vil byggje på dei resultatane den issakkunnige har kome fram til (Boe, 1985).