

DNMI - RAPPORT

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

ISBN

RAPPORT NR.

39/86 KLIMA

DATO

07.08.1986

TITTEL

FLEIRBRUKSPLAN FOR GUDBRANDSDALSLAGEN

KLIMARAPPORT NR. III FOR ØVRE OG NEDRE ØTTA

UTARBEIDET AV

PER EIVIND NORDLIE

OPPDRAUGSGIVER

OPPLAND ENERGIVERK

OPPDRAUGSNR.

SAMMENDRAG

Langs somme elvestrekningar blir det meir frost-
røyk etter ei eventuell regulering, langs andre
elvestrekningar blir det mindre frostrøyk.
Maksimal auke vil bli om lag 17 dagar i gjenom-
snitt pr. vinter.

Det ytste, tynne laget av vinterlagra stråfôr kan
få auka innhald av råme på grunn av reguleringa
tilsvarande om lag 10 % av naturleg årsvariasjon.
Det kan bli auka fare for nattfrost på strekninga
Lalm - Otta tettsted, truleg av storleiksorden
ti-dels gradar.

UNDERSKRIFT

P. E. Nordlie

P. E. Nordlie
SAKSBEHANDLER

Bjørn Aune

Bjørn Aune
FAGSJEF

FLEIRBRUKSPLAN FOR GUDBRANDSDALSLÅGEN

Klimarapport nr III for øvre og nedre Otta

I N N H A L D

Seksjon	Side
INNLEIING	2
SAMANDRAG OG KONKLUSJON	3
1. KORT OM KLIMAET I OMRÅDET	4
1.1 Viktige meteorologiske stasjonar	4
1.2 Nokre klimatologiske kjennemerke for området	4
2. FROSTRØYK	9
2.1 Generelt om frostrøyk	9
2.2 Andre tåkeformar	10
2.3 Frostrøykobservasjonar ved osen av Vågåvatnet	10
2.4 Frostrøyk langs Otta og Lågen	12
2.5 Endringar av frostrøyktilhøva på dei einskilde elvestrekningane	13
2.6 Resymé av frostrøykendingane	18
3. RÅME I STRÅFOR	20
3.1 Fysiske årsaker	20
3.2 Rimmælingar	20
3.3 Hygroskopisk evne til stråfôr, eit rekneeksempel	21
3.4 Auka fôrråme p.g.a. regulering jamført med naturleg årsvariasjon	22
4. FROSTFARE VED TØRRLEGGING AV ELVAR	24
4.1 Generelt om problemet	24
4.2 Vassføringsreduksjonane i følgje utbyggingsplanane	25
4.3 Vurdering av verknaden av utbyggingsplanane	26
5 LITTERATUR	28
VEDLEGG A	29

FLEIRBRUKSPLAN FOR GUDBRANDSDALSLÅGEN

Klimarapport nr III for øvre og nedre Otta

INNLEIING

Forslaga til kraftutbygging i Gudbrandsdalslågen kan påverke lokal-klimaet i dalen på ulike måtar dersom dei blir sette i verk. Aktuelt i så måte synest tre emne å vera:

- 1) Frostrøyk
- 2) Riming i frostrøyksituasjonane
- 3) Auka sjanse for nattfrost på grunn av redusert vassareal

I vår tidlegare rapport "Fleirbruksplan for Gudbrandsdalslågen. Klimarapport for øvre og nedre Otta" vart frostrøykproblema drøfta kvalitativt. I denne rapporten har vi kunna gje meir kvantitative resultat. Viktig er også at vi nå har hatt tilgjenge til Hydrologisk avdeling ved NVEs siste rapport om istilhøva i vassdraget etter ei eventuell utbygging.

Den tida vi har hatt til rådvelde for denne rapporten, har ikkje gjort det mogleg å få bearbeidd alle dei klimadata som er samla inn frå vassdraget slik at dei kunne brukast nå, jamfør kopien av oppdraget vedlegg A. Men dette er ei naudsynt oppgåve dersom det seinare skal skrivast klimarapport med tanke på ein eventuell konsesjonssøknad. Vår nåverande rapport oppfyller difor ikkje alle krava til ein klimarapport for konsesjonsbehandlina.

SAMANDRAG OG KONKLUSJON

Ved osen av Vågavatnet har det vore observert frostrøyk sidan vinteren 1973/74. I gjennomsnitt for dei 13 vintrane har det vore frostrøyk i 17 dagar pr vinter. Vi har da berre rekna med den frostrøyken som har vore sterk nok til å breie seg utover frå det isfrie området. På grunnlag av temperaturobservasjonar frå fleire plassar i Gudbrandsdalen, reknar ein med at frostrøykfrekvensane for Vågåmo også gjeld tilnærma for heile det aktuelle området.

Dersom reguleringsplanane blir sette ut i livet, vil det føre til at isdekket på elva endrar seg på ein del av elvestrekningane. Men der ikkje isdekket blir endra, vil det heller ikkje bli noka endring av frostrøyksituasjonen. Der det blir meir is enn før, kan det bli opp til 17 færre frostrøykdagar i gjennomsnitt pr vinter. Der det blir mindre is enn før, kan det bli opp til 17 fleire frostrøykdagar.

Der reguleringa skaper isfritt vatn, vil fordampinga i kaldt vinterverv auke. Av denne grunn vil også den relative råmen i lufta kunne auke. Da stråfôr er hygroskopisk, vil dette i sin tur kunne auke vassinnhaldet i fôret. Rekneeksempel kan tyde på at i tynnare lag av fôret kan vassinnhaldet auke om lag 10 % av den naturlege, årlege variasjonen i vassinnhaldet. Om dette har noko å seia for vinterlagringa, er uvisst.

Truleg kan det bli auka fare for nattfrost på strekninga Lalm - Otta tettstad dersom plan B2b blir valt for øvre Otta. Storleiken på endringa kan bli tidels gradar på nedste delen av strekninga.

1. KORT OM KLIMAET I OMRÅDET

1.1 Viktige meteorologiske stasjonar

Det området som reguleringsplanane omfattar strekkjer seg frå Ottadalen i nordvest til midtre delen av Gudbrandsdalen, sjå figurane 2.2 og 2.3.

Langs dalbotnen i dette området finst det data som gjer det mogleg å skaffe seg tre lengre datarekkjer for temperatur. Datarekkjene skriv seg frå Vinstra, Vågå nær bygdesenteret Vågåmo og sentralt i Skjåk, nemleg på garden Geilo. Dessutan kan den høgtliggjande stasjonen Bråtå vest i Skjåk brukast. Stasjonen er plassert i Ostradalen som er ein sidedal til Ottadalen. Klimadata for desse stasjonane er gjevne i tabellane 1.1 - 1.5.

Dei nemnde datarekkjene er komne i stand ved å slå saman data for nærliggjande stasjonar som er homogene eller nær homogene når det gjeld temperatur. Det er:

- a) Den nedlagde stasjonen 1460 Vågåmo som var ein telegraferande verstasjon og 1461 Vågå - Klones som er ein automatisk registrerande klimastasjon. Både desse stasjonane stod/står på Klones landbruksskule. Tilsaman gjev dei ei samla observasjonsrekkje frå 1949 fram til i dag.
- b) På Vinstra har DNMI hatt ein verstasjon i tidsrommet juni 1936 til mai 1980. Den har vore flytta ein gong i perioden og er difor registrert som to ulike stasjonar, nemleg 1355 Vinstra (1936 - 1968) og 1354 Vinstra - Solstad (1968 - 1980). Flyttinga har ikkje skapt noko synleg homogenitetsbrot for temperatur, difor er temperaturnormalane dei same for dei to stasjonane, medan nedbørnormalane er ulike.

1.2 Nokre klimatologiske kjennemerke for området

Det meste av området har stabilt vinterklima med skjerming mot vindar frå vest, di lenger aust i området di betre er skjerminga. Som eit eksempel kan nemnast at fallvindar frå vest er sjeldne på stasjonen 1461 Vågå - Klones, men heller vanlege på 1554 Geilo i Skjåk. Der fallvindane ikkje slår ned, har kaldlufta ein tendens til å bli liggjande sjølv om det kjem innbrot av mildare luft frå vest i høgre luftlag.

Ser vi bort frå dei aller vestlegaste områda i Skjåk, har den aktuelle delen av Gudbrandsdalen eit typisk innlandsklima. Kjenneteiknet er store skilnader mellom vinter og sommartemperaturar. Differansane mellom absolutt høgste observerte temperatur og den absolutt lågaste er som følgjer: Vinstra 69,5 gradar, Vågå - Klones 70,7 gradar og Gjeilo i Skjåk heile 72,2 gradar.

Eit anna karakteristisk kjenneteikn på innlandsklima/ havklima, er nedbørfordelinga mellom årstidene. Di større del av nedbøren som kjem om sommaren i høve til om vinteren, di meir typisk innlandsklima har staden. Nedbørnormalane for stasjonane Vinstra, Vågå og Gjeilo i Skjåk syner da også til fullnads at det meste av årsnedbøren der kjem om sommaren og hausten. På stasjonen Bråtå er vinternedbøren større enn sommarnedbøren. Dette er altså eit teiken på at stasjonen ofte får innbrot av nedbørførande vindar frå havet i vest og dermed blir påverka klimatologisk frå den kanten. Stasjonen har også mindre skilnader på sommar og vintertemperaturar enn dei tre stasjonane lenger aust, berre 62,8 gradar altså om lag 10 gradar mindre enn for Gjeilo i Skjåk.

Om sommaren spelar byenedbør ei stor rolle. Dette har openbart hindra at juli nokon gong har vore nær nedbørfri i laupet av observasjonsperioden til liks med dei andre månadene. Lågaste årsnormal av dei nemnde stasjonane har Gjeilo i Skjåk med 270 mm i året. Stasjonen ligg i det området i landet som har minst nedbør. Den lågaste nedbørnormalen har nedbørstasjonen Skjåk II med 260 mm i året. Om sommaren er ikkje dei nedbørførande, vestlege luftstraumane så sterke som om vinteren og stasjonen Bråtå har da berre litt meir nedbør enn Gjeilo trass i at årsnormalen er 523 mm mot som nemnt 270 mm for Gjeilo.

Tabell 1.1 Temperaturdata frå Vinstra

Omfattar stasjonane: 1355 Vinstra 1936 til 1968
1354 Vinstra - Solstad 1968 til 1980

- A. Temperaturnormal 1931/60 D. Høgste observerte temperatur 1936/80
B. Høgste månadsmedel 1936/80 E. Lågaste observerte temperatur 1936/80
C. Lågaste månadsmedel 1936/80

	jan.	feb.	mars	april	mai	juni	juli	aug.	sep.	okt.	nov.	des.	året
A	-10,8	-9,3	-3,6	3,0	8,9	13,1	15,5	13,8	8,7	2,9	-2,8	-7,4	2,7
B	-3,2	-2,6	1,5	5,4	11,4	16,8	18,0	17,7	11,8	6,5	0,4	-3,5	4,4
C	-19,2	-19,1	-9,0	-0,5	6,4	11,0	12,7	11,2	5,9	0,0	-9,4	-15,4	0,9
D	11,7	10,8	14,5	20,4	28,3	33,6	32,5	33,5	25,8	18,6	13,3	9,8	33,6
E	-35,9	-33,4	-28,8	-18,9	-6,7	-2,8	1,1	-1,9	-6,6	-18,4	-24,6	-32,1	-35,9

Tabell 1.2 Nedbørdata frå Vinstra.

Omfattar stasjonane: 1355 Vinstra 1936 til 1968
1354 Vinstra - Solstad 1968 til 1980

- A. Nedbørnormal 1931/60 for 1354 Vinstra - Solstad
B. Nedbørnormal 1931/60 for 1355 Vinstra
C. Største månadsnedbør 1936/1980
D. Minste månadsnedbør 1936/1980

	jan.	feb.	mars	april	mai	juni	juli	aug.	sep.	okt.	nov.	des.	året
A	23	15	13	16	20	48	65	60	40	31	30	29	390
B	22	14	11	14	26	54	77	66	42	30	27	26	409
C	63	42	37	43	94	129	147	160	123	110	61	91	549
D	2	1	0	0	1	12	31	1	6	3	5	2	257

Tabell 1.3 Klimadata frå Klones i Vågå.

Omfattar stasjonane: 1460 Vågåmo 1949 til 1977
1461 Vågå - Klones 1977 til 1986

- A. Døgnmaksimumstemperatur
B. Medeltemperatur
C. Døgminimumstemperatur
D. Nedbørnormal
E. Høgste observerte temperatur
F. Lågste observerte temperatur

Normalar 1931/60													
	jan.	feb.	mars	april	mai	juni	juli	aug.	sep.	okt.	nov.	des.	året
A	-5,8	-4,6	1,2	7,0	13,0	17,3	19,7	17,8	12,8	6,1	0,6	-3,1	6,8
B	-9,6	-8,5	-3,7	2,2	7,8	11,9	14,5	13,0	8,4	3,0	-1,9	-6,4	2,6
C	-13,3	-12,0	-8,0	-1,6	2,8	7,0	10,1	9,1	4,7	0,5	-4,1	-9,5	-1,2
D	18	16	8	11	24	38	53	51	33	27	21	26	326
For tidsrommet 1/1 1949 - 1/2 1986													
E	12,0	9,7	12,3	17,7	24,5	30,6	30,8	31,3	23,2	19,2	11,8	9,6	31,3
F	-39,4	-35,0	-28,5	-19,1	-5,0	-1,8	1,8	-0,6	-4,2	-14,9	-23,6	-38,4	-39,4

KOMMUNE BREDE LENGDE HØH HP PERIODE
SKJAK 61 52 8 27 378 ***** 1970.01 - 1986.02

NORMALER OG EKSTREMER

TEMPERATUR

JAN FEB MAR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DES AR

TEMPERATURNORMALER 1931-60

- 9.4 - 8.9 - 3.1 2.8 8.4 12.0 14.6 13.3 8.6 2.9 - 1.8 - 5.4 2.8

HØYESTE MANEDS- OG ARSMIDDEL-TEMPERATUR

- 0.8 - 2.2 3.3 5.3 9.9 15.8 16.0 14.5 10.2 5.7 - 0.2 0.1

INNTRAFF AR

1974 1971 1973 1974 1976 1970 1982 1975 1981 1977 1975 1975

LAVESTE MANEDS- OG ARSMIDDEL-TEMPERATUR

-20.3 -18.0 - 6.4 - 0.2 6.6 10.7 12.1 11.7 5.7 0.2 - 9.5 -17.6

INNTRAFF AR

1979 1986 1976 1970 1979 1975 1974 1973 1976 1980 1980 1981

ABSOLUTT MAKSIMUMSTEMPERATUR

12.4 10.2 12.6 19.7 24.8 30.2 30.2 32.2 22.5 20.3 14.1 10.5 32.2

INNTRAFF AR

1971 1982 1973 1984 1974 1970 1982 1982 1974 1973 1984 1983 1982

ABSOLUTT MINIMUMSTEMPERATUR

-40.0 -35.7 -23.1 -15.9 - 7.5 - 2.8 0.5 - 1.8 - 7.5 -18.9 -24.6 -38.0 -40.0

INNTRAFF AR

1979 1979 1976 1970 1981 1977 1971 1973 1970 1980 1978 1978 1979

NEDBØR

JAN FEB MAR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DES AR

NEDBØRNORMALER 1931-60 I MM

19 17 10 8 13 27 48 36 26 25 20 21 270

STØRSTE MANEDS- OG ARSNEDBØR I MM

70 31 29 45 35 65 120 65 53 57 48 91

INNTRAFF AR

1983 1973 1983 1983 1983 1972 1985 1985 1982 1984 1984 1975

MINSTE MANEDS- OG ARSNEDBØR I MM

0 1 0 0 2 1 12 10 3 6 11 4

INNTRAFF AR

1972 -1982 1982 1974 1970 1982 1983 1971 1972 1976 1974 1978

STØRSTE DØGNEDBØR I MM

24 12 10 32 20 22 38 20 19 20 18 18 38

INNTRAFF AR

1983 1976 1983 1983 1973 1976 1985 1983 1973 1982 1978 1981 1985

STØRSTE SNØDYBDE I CM

45 45 30 10 2 12 28 35 45

INNTRAFF AR

1986 1986 1985 -1970 1982 1978 1981 1981 1986

- foran årstallet betyr at samme månedsverdi også har forekommet etter angitt år

PERIODE: fra stasjonen ble opprettet - til stasjonen sist fikk ny ekstremverdi

OPPDATERING AV EKSTREMVERDIER: 1-2 måneder på etterskudd

KOMMUNE BREDE LENGDE HOH HP PERIODE
SKJAK 61 54 7 52 712 710.0 1965.10 - 1986.02

NORMALER OG EKSTREMER

TEMPERATUR

JAN FEB MAR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DES AR

TEMPERATURNORMALER 1931-60

- 8.4 - 7.6 - 4.6 0.2 5.8 9.7 12.1 11.5 6.9 1.6 - 2.9 - 5.6 1.6

HØYESTE MÅNEDS- OG ARSNIDDEL-TEMPERATUR

- 2.6 - 2.6 0.4 2.8 7.1 13.5 14.0 14.4 8.0 5.4 - 0.4 - 1.6 2.7

INNTRAFF AR

1974 1975 1973 1974 1984 1970 1972 1969 1967 1985 1967 1971 1975

LAVESTE MÅNEDS- OG ARSNIDDEL-TEMPERATUR

-15.5 -13.6 - 7.6 - 3.6 3.4 8.2 9.6 9.5 4.0 - 1.4 - 8.7 -15.3 - 0.3

INNTRAFF AR

1979 1969 1969 1966 1979 1975 1974 1979 1976 1980 1985 1978 1979

ABSOLUTT MAKSIMUMSTEMPERATUR

8.2 7.6 9.2 12.5 20.0 25.0 26.3 27.0 23.0 17.4 10.0 7.3 27.0

INNTRAFF AR

1971 1975 1974 1974 1976 1966 1982 1982 1971 1973 1977 1971 1982

ABSOLUTT MINIMUMSTEMPERATUR

-34.8 -28.0 -23.5 -17.7 -11.0 - 2.6 - 0.3 - 1.6 - 6.6 -16.4 -24.0 -35.8 -35.8

INNTRAFF AR

1979 1985 1979 1966 1981 1969 1977 1973 1968 1980 1978 1978 1978

NEDBØR

JAN FEB MAR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DES AR

NEDBØRNORMALER 1931-60 I MM

61 60 31 19 19 30 42 46 47 49 51 68 523

STØRSTE MÅNEDS- OG ARSNEDBØR I MM

209 88 121 38 45 69 89 81 96 130 59 247 767

INNTRAFF AR

1983 1976 1967 1983 -1966 1972 1980 1979 1979 1971 1984 1975 1975

MINSTE MÅNEDS- OG ARSNEDBØR I MM

7 1 0 1 5 3 14 10 13 12 15 7 365

INNTRAFF AR

1972 1986 1974 1970 1970 1982 1983 1968 1967 1974 1965 1978 1970

STØRSTE DØGNEDBØR I MM

35 29 31 15 17 19 37 29 31 34 39 37 39

INNTRAFF AR

1983 1967 1979 1983 1976 1976 1985 1983 1983 1975 1971 1966 1971

STØRSTE SNØDYBDE I CM

140 141 148 135 92 7 51 85 103 148

INNTRAFF AR

1981 1976 1976 1976 1976 1969 1969 1981 1980 1976

- foran årstallet betyr at samme månedsverdi også har forekommet etter angitt år

PERIODE: fra stasjonen ble opprettet - til stasjonen sist fikk ny ekstremverdi
OPPDATERING AV EKSTREMVERDIER: 1-2 måneder på etterskudd

2. FROSTRØYK

2.1 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 sjølv 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.

Frostrøyk kan berre koma i stand når den isfrie vassflate er varmare enn den omgjevande 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 (d.e. frostrøyken) på veg oppover. Det syner seg at rørsla oppover er mykje kaotisk.

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.

Styrken og utbreiinga av frostrøyken kan variere mykje og dermed også ulempene av han. Ofte vil ein berre merke røyken i to-tre meters høgd. Han er da praktisk tala berre lokalisert over ope vatn. Andre gonger når han opp til eit nivå av 50-100 meter over vatnet. Heile tida vil ulike luftmassar bli blanda. Blir nok frostrøykfri luft innblanda i frostrøyken, kan dei ørsmå vassdråpane som utgjer frostrøyken fordampe. Dette avgrensar utbreiinga av han. Likevel hender det at frostrøyk kan bli liggjande som eit tåketeppe frå dalside til dalside.

2.2 Andre tåkeformer

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 og frostrøyken:

- a) Adveksjonståke kallar ein det når varm luft strøymer inn over 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.
- b) Strålingståke blir til ved at bakken taper varme på grunn av langbølgja utstråling slik at luftlaga nær bakken også blir avkjølte. Denne tåkeforma kan vise seg samstundes med frostrøyk.

2.3 Frostrøykobservasjonar ved osen av Vågåvatnet

Vinteren 1973/74 vart det starta eit observasjonsprogram der cand. real. Sigmund Høgåsen observerte frostrøyken ved osen av Vågåvatnet og eit stykke nedover langs elva. Dette observasjonsprogrammet som ennå ikkje er avslutta, blir gjennomført ved turar bort til det opne vatnet. For at styrke og utbreiing av frostrøyken skal bli registrert, er frostrøyken inndelt i klasser etter denne skalaen.

Klasse 1. Så vidt synleg frostrøyk over rennande vatn, frå osen og nedetter.

Klasse 2. Velutvikla frostrøyk som ikkje når utanom isfritt vatn.

Klasse 3. Frostrøyk, delvis tett (sikt mindre enn 100 meter), som tidvis breier seg utanom isfritt vatn. Sterk riming av tre, glas og metall ute i det fri.

Klasse 4 Tett frostrøyk som over isfritt vatn ligg utan avbrot i timesvis og som halvparten eller meir av tida også ligg over alle plassar i dalbotnen, likevel med avbrot der. Sterk riming.

Klasse 5 Tett frostrøyk utan avbrot i timesvis over alt i dalbotnen, til ein avstand av minst 1 km frå isfritt vatn. Sterk riming.

I denne rapporten har vi kunna nytta observasjonar til og med januar 1986. Observasjonsrekkja er heilt komplett frå starten av. Det er observert i månadene frå og med november til og med mars. Observasjonstida er ikkje knytt til eit bestemt klokkeslett, men til dagsljuset i det det blir observert dei næraste timane kvar morgon etter at det har vorte ljost nok.

I alt er det observert 524 tilfelle av frostrøyk i ei eller anna form, dvs. 28 % av tilfella. I 11 % av tilfella har frostrøyken spreidd seg utanom isfritt vatn (klasse 3, 4 eller 5). Berre i 1 % av tilfella har frostrøyken spreidd seg utover heile dalbotnen (klasse 4 eller 5).

I gjennomsnitt pr vinter gjennom observasjonsperioden er talet på frostrøykdagar som vist i tabell 2.1.

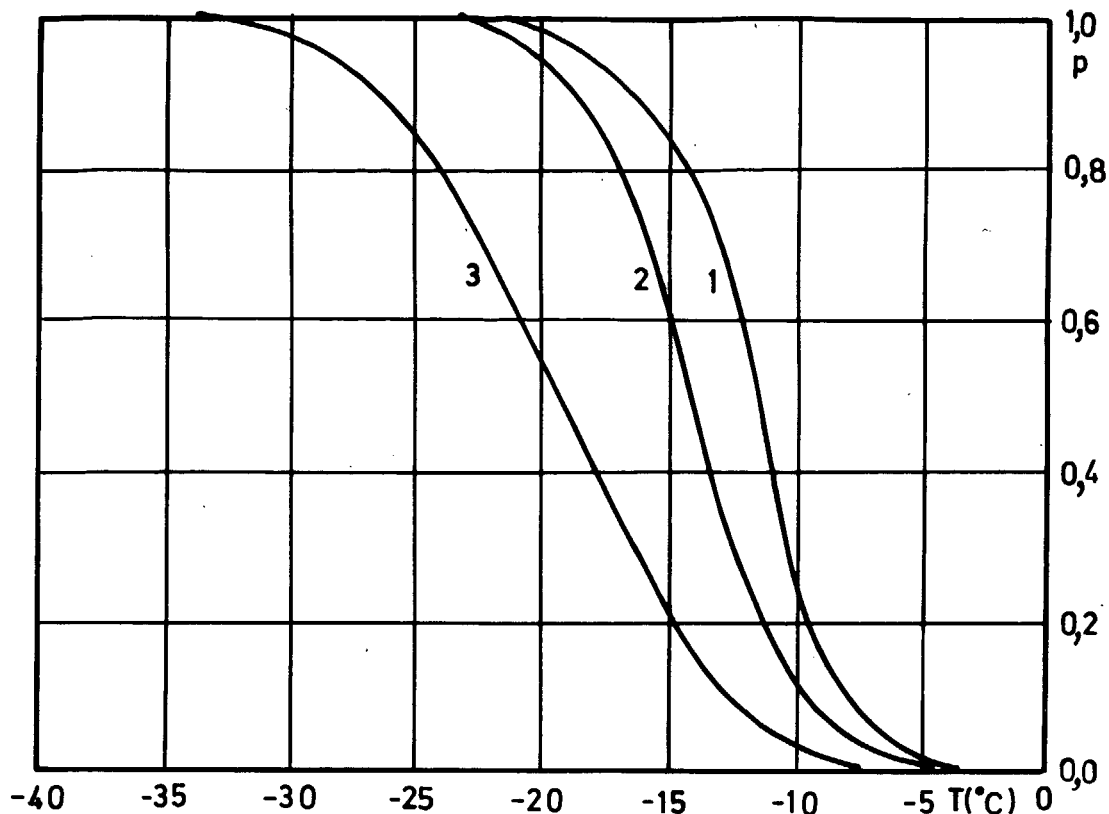
Tabell 2.1 Frostrøykdagar

Frostrøykklasse	Frostrøykdagar i gjennomsnitt pr vinter
1 - 5	42
2 - 5	32
3 - 5	17
4 - 5	1
5	0

Da frostrøykklassene 1 og 2 inneheld frostrøyk som ikkje spreier seg utanom isfritt vatn, vil det berre vera frostrøyk av klasse 3 eller høgre som kan vera til sjenanse. Altså har det i gjennomsnitt pr vinter på Vågåmo vore 17 dagar med frostrøyk utanom ope vatn.

Observasjonane kan jamførast med temperaturobservasjonane på 1461 Vågå - Klones. Vi sit da inne med eit materiale som omfattar 1887 samanhøyrande observasjonar av frostrøyk og temperatur. Materialet er framstilt grafisk på figur 2.1

Diagrammet viser at temperaturobservasjonane kan brukast som eit nær fullgodt kriterium for frostrøyk når temperaturen ligg i visse temperaturintervall. I andre temperaturintervall varierer sjansen for frostrøyk sterkt. Såleis er sjansen for frostrøyk 10 % ved -8 gradar og 90 % ved -15 gradar, ei intervallbreidd på 7 gradar.



Figur 2.1 Diagrammet viser sannsynet, p , for frostrøyk som funksjon av temperaturen

- 3) Frostrøyk som kan koma inn over land (klassene 3-5)
- 2) Velutvikla frostrøyk (klassene 2-5)
- 1) All frostrøyk (klassene 1-5)

2.4 Frostrøyk langs Otta og Lågen

Observasjonane frå Vågåmo synte at i den 13 år lange rekkja med frostrøykdata var det 17 dagar med frostrøyk pr vinter der frostrøyken har kome inn over land. Temperaturrekkjene frå Skjåk, Vågå og Vinstra viser så små skilnader at vi vil anta at sjansen for frostrøyk er nær den same over alt i dalbotnen der det finnst ope vatn av om lag same areal som på Vågåmo. Det vil seia at vi kan la resultatata frå Vågåmo gjelde for heile reguleringsområdet der frostrøyk er aktuelt.

Ein viss stønad for dette er det også i ei tidlegare gransking (Nordlie, 1985) der resultatet vart om lag 16 frostrøykdagar pr år på Vinstra. Metoden som da vart brukt, bygde på observasjonane frå Vågåmo kombinert med temperaturobservasjonar frå Vinstra.

Når ein skal vurdere auken i frostrøyken på grunn av den planlagde tilleggsreguleringa, er resultatet avhengig av kvar ein er i høve til endringane i isdekket.

- a) Stader nær ope vatn der tilleggsreguleringa ikkje endrar arealet av ope vatn nemnande: Desse områda har også i dag om lag 17 frostrøykdøgn i gjennomsnitt pr. år og ein kan ikkje vente noko endring av frostrøyken.
- b) Stader som i dag ligg så langt frå ope vatn at dei ikkje er utsette for frostrøyk, men som etter tilleggsreguleringa blir liggjande inntil ope vatn: Her vil det bli om lag 17 døgn med frostrøyk mot ingen i dag.
- c) Stader som i dag er utsette for frostrøyk, men ikkje så ofte som 17 døgn i gjennomsnitt pr år: Dette er stader som ligg nær ei råk som er så lita at det berre i spesielle tilfelle blir produsert nok frostrøyk til at han kan spreie seg utover. Eller det kan vera stader som ligg i ein viss avstand frå ope vatn slik at frostrøyken berre i spesielt høvelege vindretningar og stabilitetstilhøve når dit. Etter tilleggsreguleringa kan det tenkjast at råkene blir større slik at frostrøykproduksjonen aukar. Dessutan kan det opne vassarealet koma nærare slik at frostrøyken lettare når fram. Tida som frostrøyken ligg på staden kan dermed auke, men denne auken må bli mindre enn 17 døgn i gjennomsnitt pr. år.

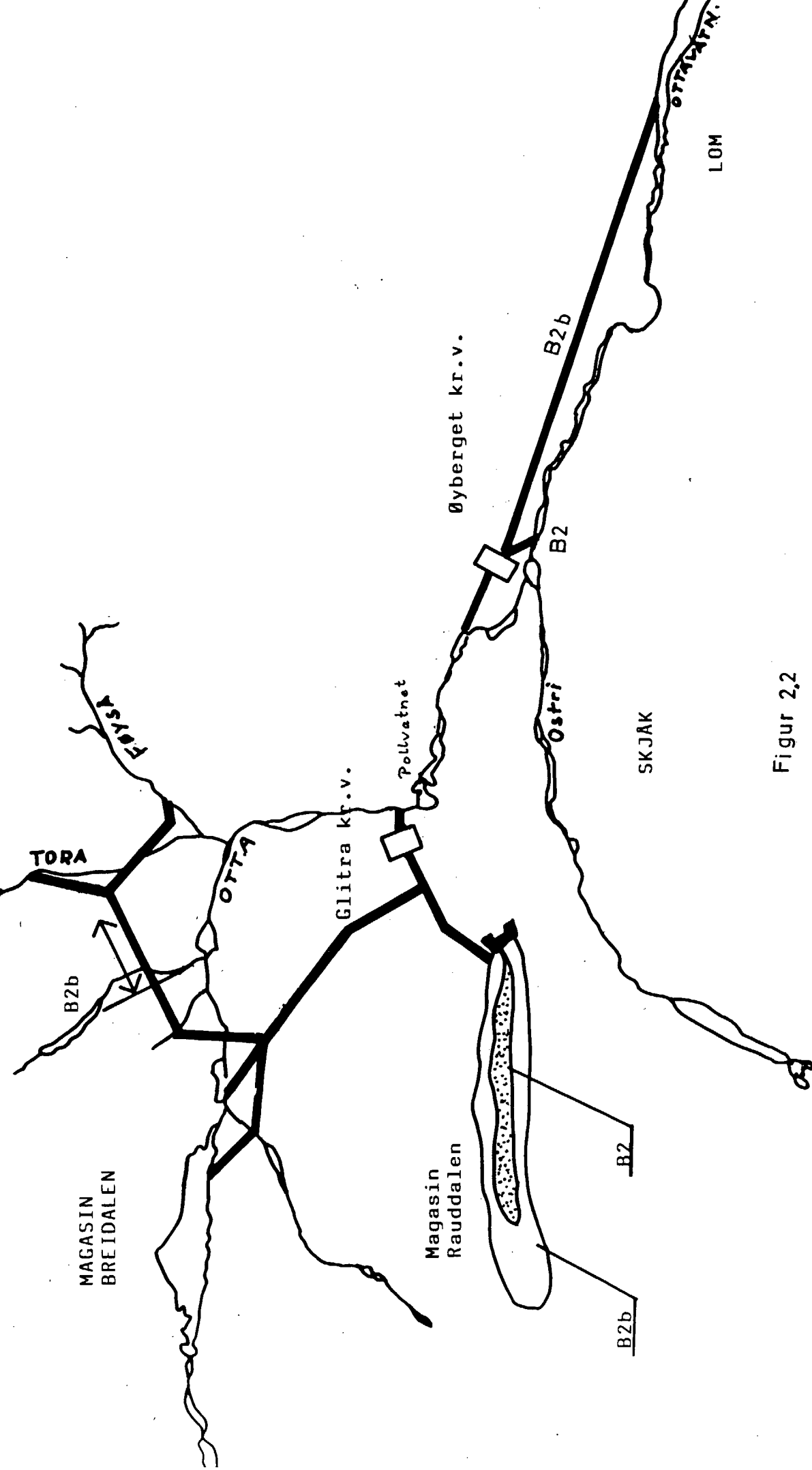
2.5 Endringar i frostrøyktilhøva på dei einskilde elvestrekningane

Etter opplysningar frå Oppland energiverk er planane B2 og B2b aktuelle for øvre Otta.

Alternativ B2 Skisse av dette alternativet er gjeve på figur 2.2. Ein vil nytte dei eksisterande reguleringane i Breidalsvatnet og Rauddalsvatnet og mellom desse magasina skal det byggjast ein tillaupstunnel. Derifrå skal driftsvatnet førast ut i Pollvatnet gjennom Glitra kraftstasjon. Litt lenger ned i vassdraget blir vatnet på nytt teke i tunell frå Heggjebottvatnet frå Øyberget Kraftstasjon ned mot Olstad.

Alternativ B2b Også dette alternativet er skissert på figur 2.2. Det skil seg frå B2 ved at Rauddalsvatnet skal tilleggsregulerast og at elvane Tora og Føysa blir leidde inn i magasina. Vidare endar tunellen frå Heggjebottvatnet ved vestenden av Ottavatnet, dvs. at tunellen blir vesentleg lenger enn etter alternativ B2.

Skal desse reguleringsplanane føre til endra tilhøve for frostrøyk, må dei skape endringar i isdekket sidan frostrøykproduksjon ikkje er mogleg andre stader enn over ope vatn. Endringar i isdekket er utgreidd av Hydrologisk avdeling ved NVE (Pytte Asvall, 1986) og vi vil bruke resultatane derifrå i vår vurdering av endringar i frostrøyksituasjonen.



Figur 2.2

Øvre Otta, plan B2 og B2b

Ovafor Pollvatnet: Det går i dag regulert vatn i elva og det fører til ein del frostrøyk. Etter b e dei alternative planane, vil vatnet fr  Rauddalsmagasinet bli teke i tunell ned til Glitra kraftstasjon ved nordenden av Pollvatnet. Det vil da svært sjeldan bli frostrøyk på strekninga.

Pollvatnet/Heggjebottvatnet: Etter b e alternativa vil det bli ope r k i Pollvatnet og vidare ned til Heggjebottvatnet. Vatna er i dag stort sett islagde slik at reguleringane kan skape opp til 17 nye dagar av frostrøyk.

H gfossen: Tunnelsystemet gjennom Øyberget kraftstasjon tek unna det meste av vintervassf ringa slik at ope areal minkar. Dette fører til mindre frostrøyk enn i dag. Det gjeld b e alternativa.

Strekninga fr  Olstad til vestenden av Ottavatnet: Etter alternativ B2b vil det meste av vatnet gå i tunell slik at elvestrekninga blir n r frostr ykfri ned til kraftstasjonen Skjåk I. Kanskje blir det litt mindre frostrøyk nedafor Skjåk I også. Blir alternativ B2 valt, vil driftsvatnet fr  Øyberget kraftstasjon gå i elva, figur 2.2. Vatnet har ein overtemperatur, men vil etter kvart bli kjølt ned til 0 gradar f r det n r Ottavatnet. Dermed vil det bli isdekke på den nedste delen av strekninga. Ved dei nye opne områda vil det bli meir frostrøyk enn i dag, men da det er ein del frostrøyk der også i dag vil auken bli mindre enn 17 dagar. På den nedste delen av elva vil det ikkje bli vesentlege endringar.

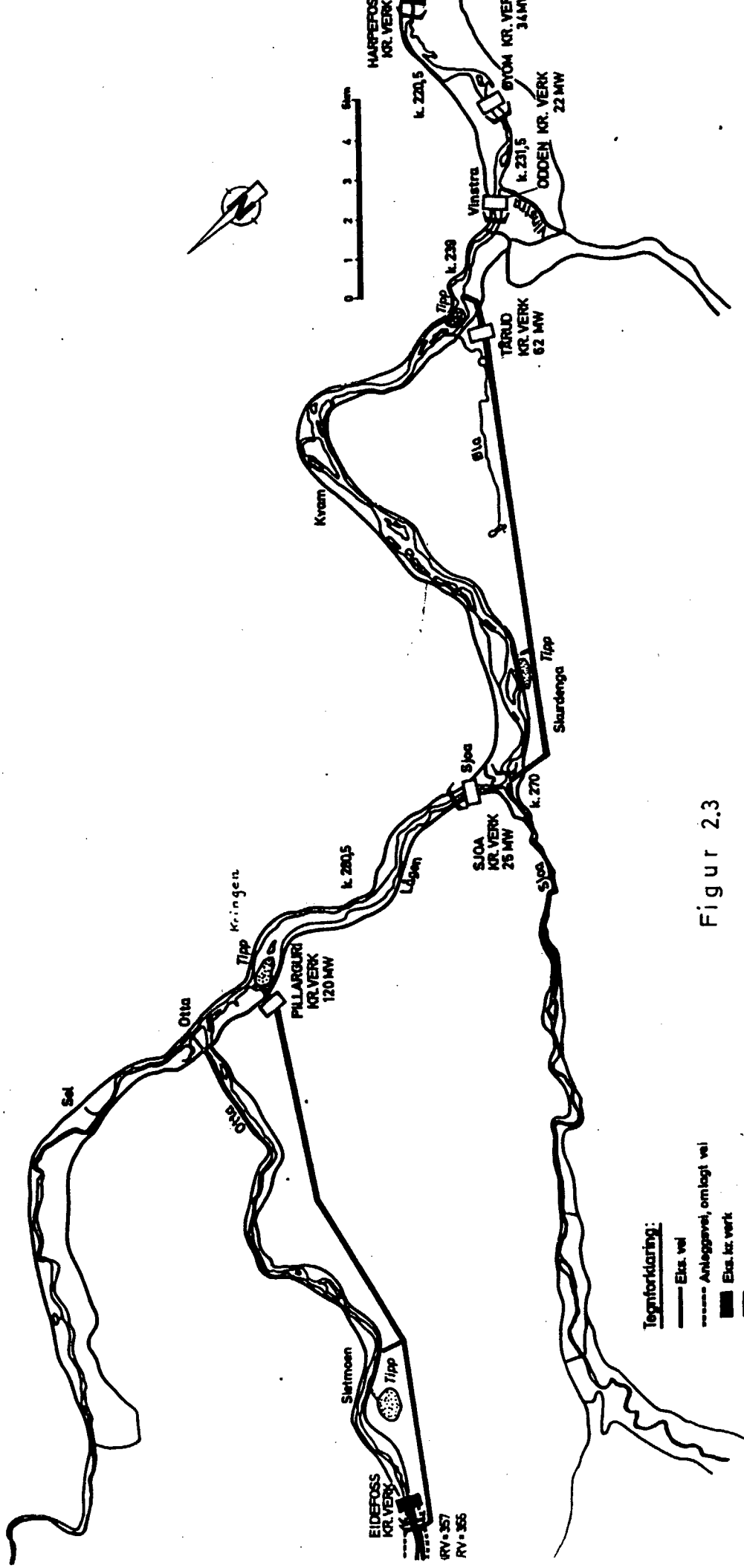
Ottavatnet: Etter alternativ B2b vil det bli ei betydeleg r k i vatnet. Her kan det bli om lag 17 dagar med frostrøyk mot svært få i dag. Etter alternativ B2 vil det ikkje bli endringar.

Vågåvatnet: Istilh va vil ikkje endre seg etter noko alternativ og dermed vil heller ikkje frostrøyktilhøva bli endra.

Otta fr  Vågåvatnet til Lalmsvatnet: Som for Vågåvatnet.

Lalmsvatnet: Lalmsvatnet kan også etter dei nye planane bli delvis islagt, men sidan det vil bli mindre is enn i dag, vil det bli meir frostrøyk. Auken i frostr ykdagane vil bli mindre enn 17.

Strekninga fr  Lalmsvatnet og nedover Gudbrandsdalen har i kraftutbyggingssamanheng fått namnet nedre Otta og Lågen. Korleis strekninga er tenkt utbygd, er avhengig av kva alternativ som blir valt for  vre Otta. Blir alternativ B2b valt, må også nedre Otta og Lågen byggjast ut på grunn av isproblema på delar av strekninga. For nedre Otta og Lågen har Samla plan og NVEs iskontor valt ut plan B2 som den beste etter at ein tidlegare har hatt ei mengd planar. Sj  figur 2.3.



Figur 2.3
Nedre Otta og Lågen, plan B2

Eidefossen - Otta tettstad: På denne strekninga er det ein del frostrøyk som i det vesentlege blir borte etter ei utbygging av nedre Otta.

Otta tettstad - Kringen: Det er i dag lite frostrøyk på elvestrekninga og det vil om mogleg bli enda mindre dersom det blir utbygging.

Kringen - Sjoa: Også denne elvestrekninga har i dag lite frostrøyk. Vassutsleppet frå Prillarguri kraftverk lagar råk som vil føre til at det kan bli inntil 17 fleire frostrøykdagar pr år nær ope vatn. Lenger nede i elva i god avstand frå råka vil ikkje frostrøyktilhøva bli vesentleg endra.

Stryka ved Sjoa: Hydrologisk avdeling ved NVE har her hatt frostrøyk-fotografering og påvist noko frostrøyk. Etter eventuell utbygging vil det svært sjeldan bli frostrøyk langs denne strekninga da mykje av vintervatnet vil bli leidd bort.

Sjoa - Tårud: Strekninga har i dag bra isdekke og få opne råker og dermed lite frostrøyk. Det blir om mogleg ennå mindre frostrøyk ved eventuell utbygging.

Tårud - Harpefoss: Det er stryk i elva forbi Vinstra tettstad, der det i dag er ein del frostrøyk. Etter planane skal det byggjast to kraftverk, Odden og Øyom. Dei skal ha to mindre inntaksdammar der det blir liggjande is eller snerk. Dermed blir frostrøykproduksjonen hindra og det vil bli mindre frostrøyk ved inntaksdammene enn i dag. Ved utlaupa frå kraftverka vil det bli opne råker der det truleg blir meir frostrøyk enn i dag.

Nedafor Harpefoss: I den nemnde rapporten frå NVE (Pytte Asvall, 1986) heiter det: "Tilleggsregulering vil føre til noe større råkdannelse nedstrøms Harpefoss Kraftstasjon. Den økte vassføringen vil gi flere og større råker nedover og spesielt kan isforholdene i området ved Hundorp da bli vanskelige. Råken ved innløpet til Losna vil øke i størrelse, men en regner med fortsatt stabil is på Losna. Nedenfor Losna regner en ikke med at noen av de omtalte reguleringer vil føre til isproblemer"

Der det blir nye opne råker eller der dei eksisterande råkene blir større, blir det også meir frostrøyk enn det er i dag. Maksimalt vil det kunne bli om lag 17 frostrøykdagar i gjennomsnitt pr. vinter. Men når ein skal vurdere dei einskilde delane av elva, må ein ta omsyn til dei tilhøva som er nemnde under punkt 2.4. Auken i frostrøykdagane kan da bli mindre enn 17.

Det er søkt om konsesjon for å utvide kapasiteten til Nedre Vinstra kraftverk med sikte på døgnvariasjon av drifta. Dessutan vil alternativ B2b for øvre Otta føre til økt vintervassføring i vassdraget som kombinert med døgnregulering, kan føre til at isfronten bli flytta og aukar risikoen for at delar av isdekket blir brote opp, både i Hundorp-området og lenger ned i vassdraget (Pytte Asvall, 1986). Det er dermed klårt at denne kombinasjonen også vil auke sjansen for frostrøyk. Utan meir detaljerte vurderingar av endringane i isdekket, er det ikkje mogleg å gje meir detaljerte vurderingar av sjansen for frostrøyk enn det som er sagt under punkt 2.4.

2.6 Resymé av frostrøykendingane

Ved bruk av detaljerte frostrøykobservasjonar frå Vågåmo og meteorologiske observasjonar frå fleire plassar i dalen, har vi funne at det er om lag 17 dagar med frostrøyk i gjennomsnitt pr vinter nær inntil ope vatn. Der elva vanlegvis er islagt om vinteren, er det svært sjeldan frostrøyk.

For å gje eit betre oversyn, har vi sett opp endringane på grunn av dei aktuelle reguleringsplanane i tabellform. Der det i tabellane står "varierende utbreiing" tyder det at istilhøva varierer mykje på strekninga anten frå stad til stad langs elva eller i tid. Frostrøykdanninga vil da variere tilsvarande. "Aukande utbreiing" tyder da at areala av ope vatn vil auke i følgje planane og dermed også den totale frostrøykmengda på strekninga. Sjå elles pkt c) i kapittel 2.4.

Tabell 2.2 Frostrøyk langs øvre Otta

Strekning	I dag	Plan B2	Plan B2b
Ovafor Pollvatnet	noko	svært sjeldan	svært sjeldan
Pollvatnet/ Heggjebottvatnet	svært sjeldan	17 dagar	17 dagar
Høgfossen	17 dagar	sjeldan	sjeldan
Olstad/ vestenden Ottavatnet	varierende utbreiing	aukande utbreiing	svært sjeldan
Ottavatnet	svært sjeldan	som i dag	17 dagar nær inntil råka
Lalmsvatnet	varierende utbreiing	som i dag	aukande utbreiing

Tabell 2.3 Frostrøyk langs nedre Otta og Lågen

Strekning	I dag	Plan B2
Eidefossen/ Otta tettstad	varierende utbreiing	svært sjeldan
Otta tettstad/ Kringen	sjeldan	svært sjeldan
Råka ved Kringen	sjeldan	17 dagar
Kringen/ Sjoa	sjeldan	sjeldan
Stryka ved Sjoa	17 dagar	svært sjeldan
Sjoa - Tårud	sjeldan	svært sjeldan
Tårud/ Harpefoss	varierende utbreiing	minkande utbreiing
Harpefoss/innlaups- osen til Losnavatnet	varierende utbreiing	aukande utbreiing
Losnavatnet	svært sjeldan	svært sjeldan

3. RÅME I FOR PÅ GRUNN AV FROSTRØYKDANNING

3.1 Fysiske årsaker

Det er ei kjent sak at det dannar seg rim på ting som blir utsette for frostrøykinnbrot. Det kan gjelde hus, tre, gjerde eller berr mark. Rimet er lett og porøst og vil ofte bli rista av greiner til dømes dersom det etter frostrøykinnbrotet blir vind.

Ting som er laga av organisk materiale vil vera meir eller mindre hygrokopiske. Det vil vil med andre og seia at dei kan trekkje til seg vatn og dermed bli våtare. Dette kan merkast ved at tinga aukar i vekt.

Dersom vi tenkjer fysisk, vil det vera tre prosessar som verkar i ein frostrøyksituasjon som kan gjera organisk materiale våtare:

- 1) Direkte avsetjing. Dei små vassdråpane i frostrøyken er underkjølte og vil fryse så snart dei møter hindringar på sin veg. Prosessen vil altså føre til riming på hindringane.
- 2) Sublimasjon frå vassdampen i lufta. Prosessen kunne tenkjast å koma istand fordi metningstrykket til vassdampen over vatn er større enn over is. Vassoverskotet kan såleis avsetjast på ei snø- eller rimflate.
- 3) Hygrokopisk vektauke. Det har vist seg at organisk materiale får ein vektauke som varierer i takt med den relative råmen i lufta. Ei vassdragsregulering kan føre til at vassdrag blir gåande opne sjølv i streng vinterkulde. På grunn av aukande fordamping, kan dermed den relative råmen i lufta stige og dermed vil altså organisk materiale auke i vekt.

3.2 Rimmølingar

Vi vil nå ta i bruk tilgjengelege granskingar av dei prosessane som er nemnde ovafor. Når det gjeld riming har det vore gjort etter måten få godt organiserte mølingar og utvalet av eksempel er difor ikkje stort.

I følgje ei gransking frå Rendalen (Nybø, 1984) på ein stad som låg 60-70 m frå avlaupskanalen til eit kraftverk, har det vorte avsett i gjennomsnitt 20 g rim pr m² pr døgn når vi berre reknar dei rimmengdene som reguleringa førte med seg.

I Hallingdal, like ved utlaupet frå Rød kraftverk, vart det målt ei gjennomsnittleg rimmengd på 100 g pr. m² på ein vegg som stod loddrett på den vanlegaste vindretninga i frostrøykperioden. På ein vegg parallelt med vindretninga vart det målt 60 g rim. Gjennomsnittleg lengd av periodane var 39 timar.

3.3 Hygroskopisk evne til stråfôr, eit rekneeksempel

Under vassdragsskjønn har det ofte kome påstandar om skade på fôravling lagra i uthus. Ein har da vist til at det har rima på fôret på grunn av frostrøykinnbrot. Ved seinare smelting kunne rimet væte fôret. Ei gransking av den hygroskopiske evna til fôret (Nordlie, 1986) tyder på at den hygroskopiske evna øver ein større vektauke på fôret enn riminga. Dette skulle gjelde så langt fram i uthusa var ekstremt opne. Det er difor grunn til å sjå nærare på den hygroskopiske evna til fôret.

Vi kan da tenkje oss ein versituasjon med kaldt, stabilt ver i det vi vil vurdere følgjande tilfelle:

Tilfelle 1. Vassdraget er uregulert.

Lufttemperatur -20 gradar, relativ råme 85%

Tilfelle 2. Vassdraget er regulert.

Lufttemperatur -18 gradar, relativ råme 95%

Vi reknar nå at versituasjonen held seg nokolunde konstant i eitt døgn. Skilnaden mellom tilfelle 2 og tilfelle 1 når det gjeld vekta av fôret, Δ , kan da skrivast (Nordlie, 1986).

$$(1) \Delta = \kappa (e_2 - e_1) A \Delta t$$

der

$$\kappa = 16 \text{ g mb}^{-1} \text{ døgn}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

e_1 = vassdamptrykket i tilfelle 1.

e_2 = vassdamptrykket i tilfelle 2.

A^2 = arealet av fôrstålet.

Δt = tidsintervallet

Med tala ovafor gjev likning (1) ein transport av råme inn i fôret som er om lag 6 g/m² pr døgn større for regulert vassdrag enn for uregulert vassdrag. Dette talet kan vurderast opp mot vekta av kvart einskilt fôrstål. For pressa fôr varierer tettleiken frå 90 kg/m³ for lågtrykkpressa fôr til 145 kg/m³ for høgtrykkpressa. For upressa fôr spelar høgda av stålet ei rolle. For stål som er 2 m høge, kan ein rekne med ein tettleik på 45 kg/m³, for 5 m høge stål 60 kg/m³, (Singsaas, 1986)

I det tenkte tilfelle vil såleis eit 2 m høgt, upressa fôrstål bli 0,06 promille tyngre i laupet av eitt døgn på grunn av reguleringa. Høgre stål aukar vekta si enno mindre. Vi har då berre teke omsyn til den transporten som går gjennom toppen av stålet. I praksis vil det også gå ein transport gjennom veggene avhengig av kor ope uthuset er. Kanskje vil transporten også kunne gå gjennom veden da også denne vil vera hygroskopisk. Dermed vil vekttauken for fôret òg vera avhengig av lengd og breidd av fôrstålet.

Dersom vi då ser på eit upressa fôrstål som har dimensjonen 4 m . 4 m . 2 m og dessutan reknar at transporten av råme går uhindra av veggene, aukar vekta av fôret på grunn av reguleringa med 0.19 promille pr døgn. Tilsvarende tal for høgtrykkpressa fôr er 0,06 promille.

Tala ovafor er gjennomsnittstal for heile stålet. I praksis vil ikkje råmen i fôret vera jamnt fordelt over det heile ettersom det til kvar tid vil gå transportprosessar i stålet. Kor snøgt denne transporten går, er usikkert. Det er mogleg at transporten er så sein at det er urealistisk å rekne slik det er gjort ovafor med medelverdiar. I så fall kan råmeauken på grunn av vassdragsreguleringar bli mykje større enn tala ovafor, men da gjer den seg gjeldande berre i tynne lag av fôret i kantane av stålet. Eksempel: Dersom vi reknar at berre dei 20 ytste cm av fôret blir vøtt i ein frostrøyksituasjon og at vi der reknar ein tettleik på 40 kg/m^3 , gjev tilfelle 2 (regulert vassdrag) ein gjennomsnittleg vekttauke i laget på 7 promille meir enn tilfelle 1 (uregulert vassdrag). Ved fleire frostrøyktilfelle nær etter kvarandre kan da vekttauken bli av storleiksorden ein prosent.

Dersom veret er noko mildare enn -20 gradar, vil vassdamptrykket i lufta kunne auke. For ein differense i relativ råme på 10 % som i eksemplet ovafor, vil også differensen i vassdamptrykk bli større. Men fordampinga frå ope vatn minkar med aukande temperatur slik at reguleringane da sjeldnare kan auke den relative råmen i lufta så mykje som i eksemplet ovafor.

3.4 Auka fôrråme p.g.a. regulering jamført med naturleg årsvariasjon

Tala som er gjevne ovafor kan vurderast opp mot den naturlege vektvariasjonen til fôret. Som allereie nemnt varierer vekta i takt med den relative råmen i lufta når vi tek omsyn til ei viss responstid for fôret. I Vågå vart det gjennomført ei gransking som omfatta 13 fôrprøver i 8 ulike uthus (Nordlie, 1986). Fôrvektene varierte med 10% eller meir gjennom året. Den vekttauken som den tenkte reguleringa skapte, svarar da til om lag 1% av den naturlege vekttauken. Vi har da rekna med at den ekstra vekttauken var jamnt fordelt i fôrstålet og at det har vore fleire frostrøyktilfelle etter kvarandre.

Meir realistisk er det truleg å rekne med at tilskotet av råme i fôret på grunn av reguleringa ikkje blir nokolunde jamnt fordelt i stålet, men at det blir konsentrert i dei ytste laga. I eksemplet ovafor rekna ein med at all råmen vart samla opp av dei 20 ytste cm. Ved fleire frostrøyktilfelle etter kvarandre, kunne da vektauken i dette laget bli av storleiksorden 10% av naturleg vektvariasjon gjennom året.

Denne rapporten vil ikkje innehalde noka vurdering av om auka råme i fôret kan føre til at fôret bergar seg dårlegare gjennom vinteren. Dette er eit biologisk problem der DNMI ikkje har kompetanse. Det er difor å ynskje at dei tala som er framlagde her, blir vurderte av kvalifiserte fagfolk slik at det blir klårlagt om dette er eit problem i kraftutbyggingssamanheng eller ikkje.

4. FROSTFARE VED TØRRLEGGING AV ELVAR

4.1 Generelt om problemet

Dei typiske frostnettene er klåre netter med lite vind. Nettoutstrålinga frå marka blir stor, og marka blir avkjølt slik at ho dinest kjøler av dei nedste luftlaga. Di meir lufta blir avkjølt di tyngre blir ho, og ho tek til å gli nedover skråningar og kan samle seg i dalbotnen. Er elva tørrlagd, vil lufta ikkje bli påverka av elvevatnet. Det er da inga oppvarming av lufta som kan øydelegge stabiliteten så lenge fallet langs elvefaret er lite. Den same lufta kan gli nedover dalen nær dalbotnen under stadig avkjøling.

Er det vatn i elva, får vi varmeovergang vatn - luft. Den lufta som er utsett for den største avkjølinga, vil søkkje ned og koma i rørslе mot dei lågaste stadene i dalen, dvs. at ho før eller seinare når elva. Nå er elvevatnet varmare enn lufta fordi vatnet blir mindre avkjølt om natta. Difor vil luft som kjem utover elva bli oppvermt av elvevatnet. Energien frå elva kjem altså lufta til gode og temperaturen vil ikkje søkkje så mykje om natta som den elles ville ha gjort. Såleis kan kanskje ei elv hindre at temperaturen kjem under 0 gradar og såleis ha ein frosthindrande verknad.

Vi vil nå definer det frosthinderet som ei elv kan øve som differensen mellom nattminimumstemperaturen med elva til stades i dalbotnen og nattminimumstemperaturen utan elva i dalbotnen. Frosthinderet vil da grovt rekna vera proporsjonalt med følgjande:

- a) Temperaturdifferensen mellom vassoverflata og den omgjevande lufta.
- b) Arealet av elva dividert på arealet av dalbotnen over den aktuelle elvestrekninga.
- c) Den tida lufta held seg i dalen.

Som det går fram av oppsettet ovafor, er det ikkje vassføringa i elva som er viktig, men arealet av vatnet. Om vassføringa blir redusert, kan det vera mogleg å halde oppe arealet av vatnet ved å byggje treskeldammar

A gje sikre tal for storleiken på frosthinderet som elvane øver i dei ulike versitasjonane er svært vamskeleg. Det finst pr i dag ingen observasjonar av dette. Likevel har ein prøvd å gjera grovare overslag ved hjelp av likningar for varmetransport slik at ein meiner å ha funne storleiksorden av endringane.

4.2 Vassføringsreduksjonane i følgje utbyggingsplanane

Til arbeidet med fleirbruksplanen for Gudbrandsdalslågen har Oppland energiverk simulert køyringar av tenkte kraftverk i dei tre åra 1976, 1977 og 1979. Ein har då lagt inn i modellen ei utvida regulering av Rauddalsmagasinet i samsvar med planane B2b. Ut frå dette materialet har vi drege ut dei tre haustvekene 39, 40 og 41, det tilsvarar eit tidsrom frå slutten av august til litt ut i september som er ein utsett periode for nattfrost. Vi avgrensar oss vidare til berre å ta med resultatata for Ofossen kontrollpunkt og Lalm vassmerkje. Det er berre desse stadene som er aktuelle, jamføre oppdraget vedlegg A.

Resultata er gjevne i tabellane 4.1 og 4.2. Det som i tabellane er markert som uregulert er situasjonen i dag. Det er i realiteten ingen uregulert situasjon sidan det allereie finst fleire kraftverk i drift. Likevel er dette den situasjonen som nye reguleringar skal vurderast opp mot.

Tabell 4.1 Vassføring og vassføringsendring i følgje plan B2b

År	Ofossen kontrollpunkt vekene 39, 40 og 41			
	Vassføring (m ³ /s)		Vassføringsendring	
	Ureg.	Reg.	(m ³ /s)	(%)
1976	14	15	1	8
1977	18	15	-3	-19
1979	59	30	-29	-49
Medel	30	20	-10	-34

Tabell 4.2 Vassføring og vassføringsendring i følgje plan B2b

År	Lalm vassmerke, vekene 39, 40 og 41			
	Vassføring (m ³ /s)		Vassføringsendring	
	Ureg.	Reg.	(m ³ /s)	(%)
1976	36	15	-21	-60
1977	43	15	-28	-65
1979	136	15	-121	-89
Medel	72	15	-57	-79

I øvre del av vassdraget viser nedbørsobservasjonar at åra 1976 og 1977 har hatt noko mindre nedbør enn normalt i den aktuelle perioden, medan 1979 har hatt nedbør godt over det normale.

4.3 Vurdering av verknaden av reguleringsplanane

Vi vil nå gje ei vurdering av to elvestrekningar som får redusert vassføring; det er strekninga forbi Øyberget kraftstasjon i Skjåk og strekninga Lalm - Otta tettstad, jamfør prosjektplanen for 1986, vedlegg A. Vi vil elles gjera merksam på at problemet kanskje kan eksistere på strekninga Sjoa - Tårud der lågen også får redusert vassføring.

- a) Ved Øyberget kraftstasjon, plan B2. Planen omfattar inga tilleggsregulering av Rauddalsvatnet. Øyberget kraftstasjon får dermed kort avlaupstunell som vist på figur 2.2. Kraftverket nyttar ut fallet frå Heggjebottvatnet ned mot Olstad over ei strekning på 2-3 km. Da strekninga er bratt og reduksjonen i vassføringa er såpass liten som vist i tabell 4.1, er det ingen grunn til å vente auka nattfrostfare på strekninga. Sjølv om den minstevassføringa som er innlagt i tala i tabell 4.1 skulle bli redusert, er det neppe nokon fare for oftare nattfrost.
- b) Ved Øyberget kraftstasjon, plan B2b. Planen omfattar tilleggsregulering av Rauddalsvatnet. Øyberget kraftstasjon får dermed lang avlaupstunell som vist på figur 2.2. Kraftverket nyttar ut fallet frå Heggjebottvatnet til nordenden av Ottavatnet. Heile strekninga er om lag 20 km lang. Med dei reduksjonane i vassføringa som er gjevne i tabell 4.1, vil det truleg ikkje bli auka fare for nattfrost på strekninga. Skulle minstevassføringa bli redusert slik at vassføringa i elva blir vesentleg mindre enn i tabell 4.1, er det mogleg at faren for nattfrost på strekninga vil auke. Kanskje kan det vera mogleg å eliminere denne risikoen ved å byggje treskeldammar.
- c) Strekninga Lalm - Otta, plan B2b. Einast plan B2b for øvre Otta kan føre til endringar på strekninga sidan Prillarguri kraftverk ikkje vil bli bygd dersom plan B2 blir valt. I tabell 4.2 er vassføringa føre og etter reguleringa gjeve. Tala etter reguleringa byggjer på ei minstevassføring på $15 \text{ m}^3/\text{s}$. Eit visst tilsig av ekstra vatn vil det bli nedover dalen mot Otta tettstad, men elvestrekninga har ingen større sideelvar. Det ekstra nedslagsfeltet er lite slik at vassføringa på Otta ikkje vil vera særleg større enn $15 \text{ m}^3/\text{s}$.

Som tabell 4.2 viser, blir vassføringa på strekninga redusert drastisk slik at det i gjennomsnitt for dei tre åra berre blir att om lag 20 % av vatnet . Etter vår vurdering kan dalbotnen her bli utsett for auka risiko for nattfrost om hausten. Truleg kan storleiksorden på endringa koma opp i ti-dels gradar i stille, klåre haustnetter. Noka nærare presisering av storleiken er neppe mogleg utan modellutrekningar kombinert med målingar. Også på denne strekninga kan treskeldammar redusere eller til og med eliminere problemet.

5. LITTERATUR

Nordlie, Per Eyvind. 1985. Utviding av nedre Vinstra kraftverk. Klimarapport. DNMI-RAPPORT, nr 43 Klima, Oslo

Nordlie, Per Eyvind. 1986. Fleirbruksplan for Gudbrandsdalslågen. Klimarapport nr 2 for øvre og nedre Otta. DNMI-RAPPORT, nr 5 Klima, Oslo.

Nordlie, Per Eyvind. 1986. Den hygroskopiske evna til stråfôr lagra i uthus. DNMI-RAPPORT, nr 22 Klima, Oslo.

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen. 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

Nybø, Kjell. 1984. Rendalsoverføringa sin verknad på rimnedslaget langs vassdraget. Klima, hefte nr. 6, DNMI, Oslo

Pytte Asvall, Randi. 1985. Vinstra. Mulige virkninger på vann-temperatur- og isforhold ved utvidelse av N. Vinstra kraftstasjon. NVE, Hydrologisk avdeling, Iskontoret. Oslo.

Pytte Asvall, Randi. 1986. Flerbruksplan Gudbrandsdalslågen. Vann-temperatur- og isforhold. NVE. Hydrologisk avdeling. Oslo.

Singsaas, Kaare. 1986. Lommehåndbok for jordbruk, skogbruk, meieribruk og hagebruk. 94. årgang av Hejes lommehåndbøker.

Vedlegg A

FG - FLERBRUKSPLAN FOR VASSDRAG I GUDBRANDSDALEN	PROSJEKTPLAN 1986
DELPROSJEKT: Lokalklima AKT.NR.: 135. DIV. VASSDRAGSSPØRSMAL ANSVARLIG ETAT: Oppland energiverk	
DELPROSJEKTETS MÅLSETTING: Forslaga til kraftutbygging i Gudbrandsdalslågen slik de er beskrevet i FG's statusrapport kan påverke lokalklimaet i dalen på ulike måtar. Det er spesielt tre emneområde det er verd å arbeide med: <ol style="list-style-type: none"> 1. Frostrøyk. Emnet har allereie vore vurdert i klimarapport (nr. 2) for tidlegare konsesjonssøknad for Øvre og Nedre Otta. Ved bruk av komande rapport frå iskontoret ved NVE til FG er det mogleg at vurderingane i rapport nr. 2 kan presiserast nærare. 2. Riming på grunn av frostrøyk. Vurderinga av dette emnet vil bli nært knytta til vurderingane av frostrøyken ovafor. Emnet handsamas noko generelt med påpeking av storleik på praktiske problem. Dessutan vil prosjektet "Riming på for i uthus" vera avslutta innan rapporteringsfristen slik at resultatata derifrå vil kunne nyttast. 3. Auka frostfare om hausten på grunn av redusert vassareal vurderast generelt. Problemstillinga er aktuell på strekninga Lalm - Otta og ved Øyberget kraftstasjon og nedover mot Ottavatnet. Ein vil vurdere dette slik at eventuelle praktiske problem kan bli påpekt. 	
UTFØRENDE INST: Det Norske Meteorologiske Institutt Kontaktperson: P. E. Nordlie	
RAPPORTERINGSFRIST: 1.7.1986	
FINANSIERING: OE	