



EN FØRELØPIG UTTAELSE OM VINTERFORHOLDENE I
SIMA, EIO OG KINSO VASSDRAG I FORBINDELSE MED
UTBYGGING AV EIDFJORD KRAFTVERKER I HARDANGER

RAPPORT NR. 11/67

Vassdragsdirektoratet
Hydrologisk avdeling

OSLO, OKTOBER 1967

NORGES VASSDRAGS-OG ELEKTRISITETSVESEN



EN FORELØPIG UTTAELSE OM VINTERFORHOLDENE I
SIMA, EIO OG KINSO VASSDRAG I FORBINDELSE MED
UTBYGGING AV EIDFJORD KRAFTVERKER I HARDANGER

UTARBEIDET VED ISKONTORET

RAPPORT NR. 11/67

Vassdragsdirektoratet
Hydrologisk avdeling

OSLO, OKTOBER 1967

Iskontoret
ved NVE, Hydr. avd.

En foreløpig uttalelse om vinterforholdene i Sima, Eio
, og Kinso vassdrag i forbindelse med utbygging av Eidfjord kraft-
verker i Hardanger.

	Side
A. Kort oversikt over vassdraget og den indre del av Eidfjorden	1
B. Meteorologiske og hydrologiske data til vurdering av vinterforholdene	3
C. Oversikt over isforholdene etter observasjoner ved vannmerkene	34
1. Mulige forandringer i vassdragets vinterforhold etter den planlagte regulering og utbygging	38
2. Mulige forandringer av isforholdene i indre del av Eidfjord ved øket ferskvannstilførsel fra de planlagte Erdal og Sima kraftverker	39
3. Forslag til spesielle undersøkelser i vassdraget og i fjordarmene	42

Oslo, oktober 1967.

A. Kort oversikt over vassdraget og den indre del av Eidfjorden.

Vassdraget er dannet på et fjellendt område som er skåret opp i steile daler, skurt ut av breer og elver som i sin tid har hatt stor erosjonskraft.

Det er 3 større elver:

S i m o a danner avløp fra Demnevannene og renner gjennom Simadalen. Vassdragets lengde er 25 km. I den øverste del av dalen ligger store klippeblokker i dalbunnen mellom høye, nesten lodrette fjell. Fra Rembisdalsvannet renner elva ned i Simodalen og danner Rembisdalsfossen. Nederste del av dalen er temmelig flat. Simoas viktigste bielv er Skykjedalselva. Lengde ca. 10 km.

B j o r e i a kommer fra Hardangervidda under navn Eitraelva, renner gjennom Tinhølen og derfra gjennom Bjorei-- Syssen-- og Måbødalen. Lengde 63 km. Elva danner den berømte Vøringsfossen med nesten loddrett fall på 182 m.

Bjoreia mottar flere tilløp. De største er Leira, lengde 26 km og Isdøla, lengde 20 km. Samlet nedbørfelt er på 569 km².

V e i g eller Veigelva, 518 km² stort, renner gjennom Veigdalen og Hjelmodalen, lengde 43 km. Den danner Valurfossen, fall 272 m. Dens største sideelv er Vedalselva.

Elvene Bjoreia og Veig renner ut i **E i d f j o r d v a t n** 19 m o.h. Det er ca. 3,9 km² stort og største målte dybde 75 m. Avløpet fra vannet til Vik ved fjorden kalles **E i o** eller Eidfjordelva. Samlet nedbørfelt er på 1150 km².

Bare ca. 13 km² av arealet ligger under 60 m o.h. mens nesten 90 % ligger over 1200 m o.h. Ca. 70 km² dekkes av Hardangerjøkelen.

Også **K i n s o** kommer fra Hardangervidda gjennom Husedalen fra Veivatn, 1173 m o.h. og faller ut i Kinsarvikbukta. Nedbørfelt er på ca. 240 km². Tveitafossen i Kinso er bygd ut av Kinsavik kraftselskap.

E i d f j o r d e n er ca. 25 km lang. Den deler seg i fjordarmene Ulvik, Osa og Simadal. Fjorden er ca. 2-3 km bred, dybden ved Bunes er 460 m og innerst ved Vik 226 m. Fra Brimnes på sørsiden av Eidfjorden er det ferjesamband med Ulvik og videre veisamband med Voss.

Sjøkartverket oppgir følgende data om tidevannet ved Stavanger og Bergen i 1966:

	Stavanger	Bergen
	m	m
Midlere forskjell mellom HV og LV	0,29	0,88
" " " spring HV og LV	0,42	1,20
" " " nipp HV og LV	0,16	0,56
" " " vår- og høstjevn- døger i spring HV og LV	0,58	1,51
Forskjell mellom høyeste observerte høyvann og laveste observerte lavvann	1,76	2,63

Noen vannstandsregistreringer fra Eidfjorden foreligger ikke. Imidlertid har det vært registreringer ved Sundal brygge i Maurangerfjorden. Målingene derfra antyder at variasjonene i Eidfjorden er omtrent de samme som ved Bergen. Videre er variasjonene uregelmessige, noe som kan tilskrives meteorologiske forhold som lufttrykk og fremherskende vindretninger. Med sterke lavtrykk over distriktet eller i Hardangerfjorden utenfor følger gjerne ekstraordinær høy vannstand som ikke kan tilskrives tidevannsfenomenet alene.

Om strømforholdene har vi bare holdepunkter fra undersøkelser i andre fjordarmer. Disse viser at det forekommer kompensasjonsstrømmer (motsatt rettet overflatestrømmen) i de underliggende vannmassene, spesielt ved overganger mellom flo og fjære, og ved vindretninger langs fjorden. Skillet mellom disse strømmene er ganske tydelig, og varierer noe i dybden. Spesielt om våren, med mye smeltevann i fjorden, og ved utgående vind (fallvind fra fjellene) kan både den utgående overflatestrømmen og den inngående kompensasjonsstrømmen være relativt sterke.

Om is- og strømforholdene opplyser Norges Sjøkartverk:

Strømmen løper jevnlig ut fjorden, men kan under SW kuling også gå inn. (Det bemerkes at dette gjelder overflatestrømmen). Isen legger seg ofte i Simadalsfjorden, vanligvis i Osafjorden til henimot Øydvenstad, likeså i Ulvikfjorden som i strenge vintre fryser til i full lengde.

B. Meteorologiske og hydrologiske data til vurdering av vinterforholdene.

Det særpregete for vinterforholdene er at vassdragene ligger på grensen mellom Østlandet og Vestlandet. Observasjonene viser tydelige vekslinger fra sted til sted og fra vinter til vinter, både hva temperatur, nedbør, snø- og avløpsforholdene angår. Etter de vedlagte oversiktstabellene og grafiske framstillingene kan en skaffe seg et grunnlag for en bedømmelse av vinterforholdene.

1. Meteorologiske data.

Det foreligger mangeårige observasjoner ved Haugastøl og Ullensvang met.st. Grafiske framstillinger av temperatur og nedbør etter månedsmidler ved Haugastøl met.st. i tiden 1929-65 er vist på fig. B-1¹. I tabeller fig. B-1² er oppgitt frostmengde med antall isdager (maks.temp. under 0 °C) og vinterens samlede nedbørmengde i samme tid. Øverst i tabellene er gitt normalverdiene for periodene 1901-30 og 1931-60.

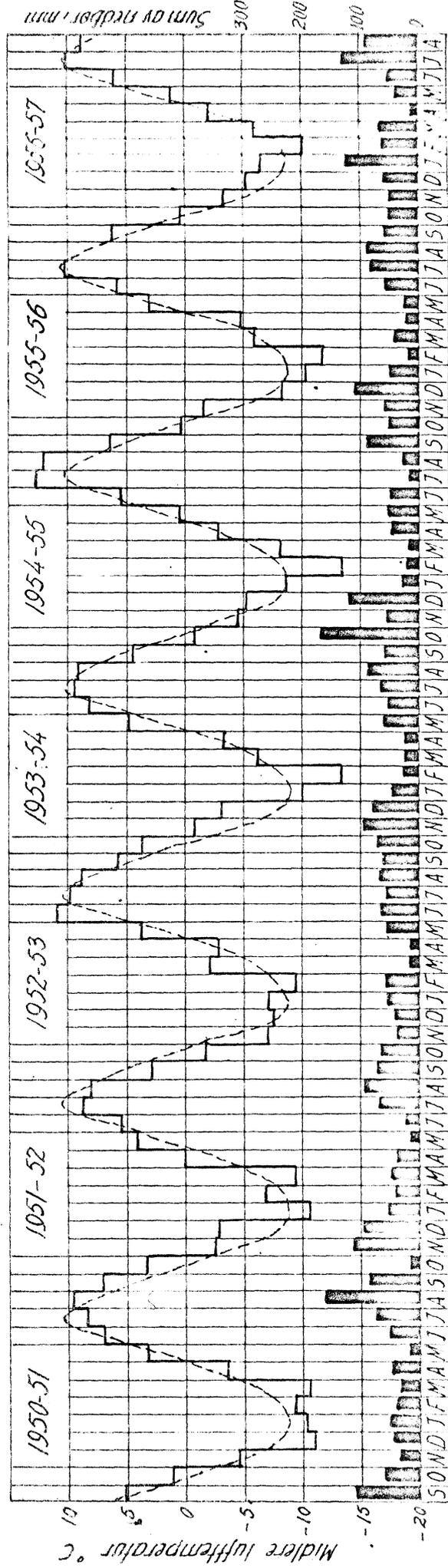
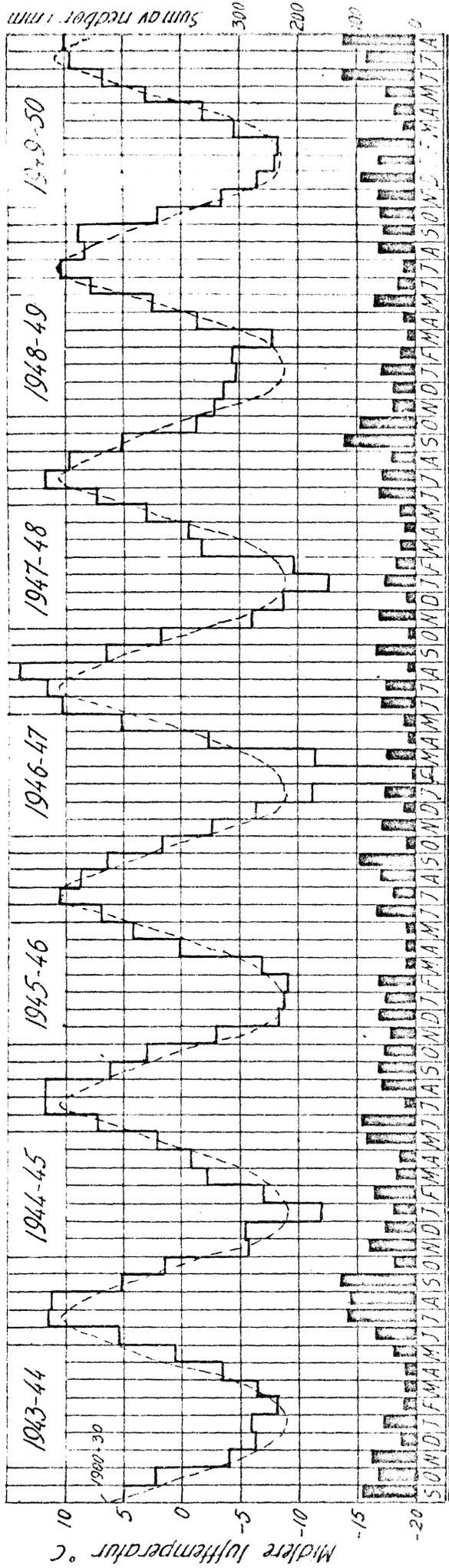
For å bedømme vinterforholdene gir ikke månedsmidlene av lufttemperaturen noe godt bilde, da intervallene er for store. Det er bedre å betrakte forholdene over så korte tidsrom som f.eks. 5 døgn. Et slikt detaljert bilde av temperatur- og nedbørforholdene etter pentademidler de siste 24 år ved Ullensvang met.st. er fremstilt grafisk på fig. B-1³.

I tabellene på fig. B-1⁴ til B-1⁸ er det vist månedsnedbøren ved Haugastøl, Vivelien, Fet, Kinsarvik og Skjeggedal nedb.st. h.h.v. i tiden fra 1910, 1941, 1953, 1942 og 1956.

En oversikt over variasjoner i årsnedbør ved Vivelien og Kinsarvik nedb.st. i tidsrommet 1895-1966 er vist grafisk på fig. B-1⁹. Disse variasjonene er diskutert nærmere under kapittel B-2, under variasjoner i årsavløpet.

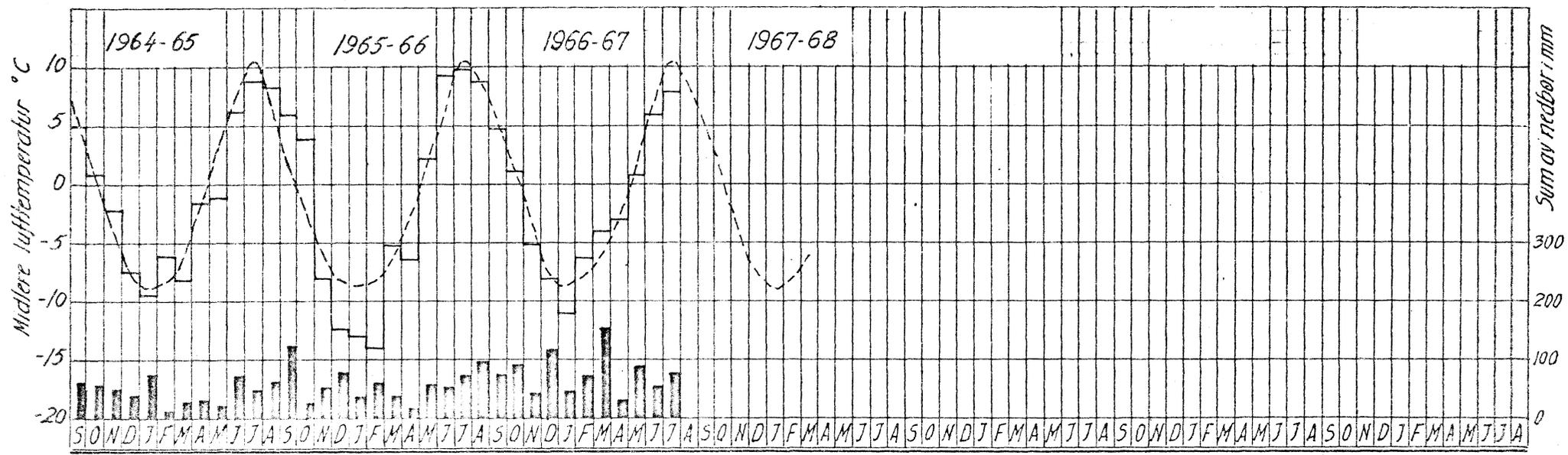
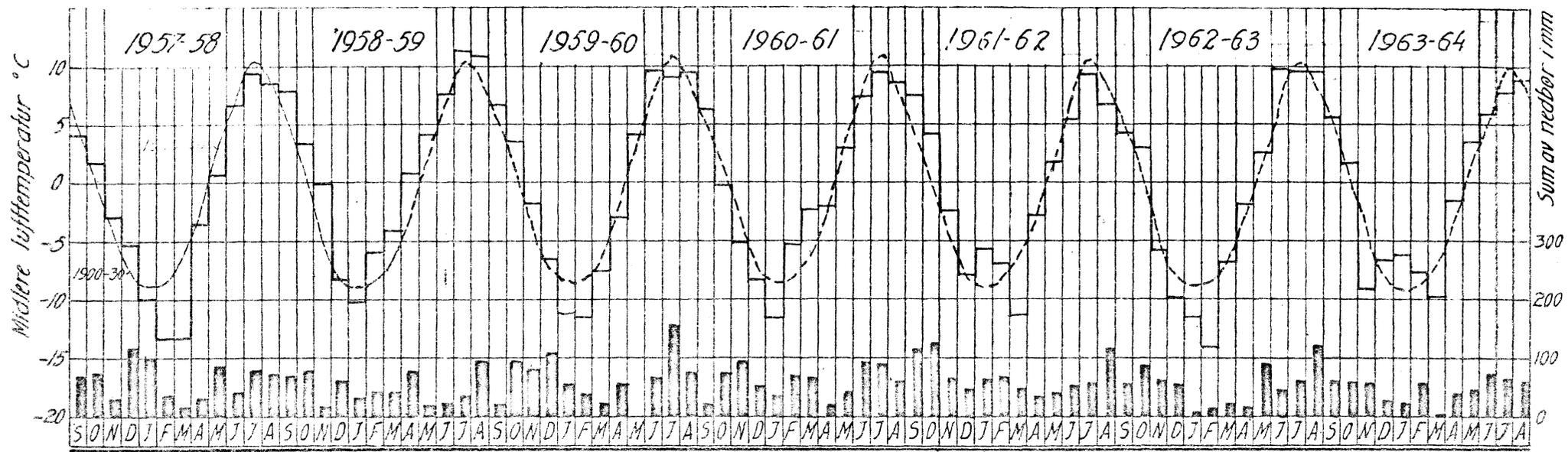
HAUGASJØL, (988 m o. h.)

LUFTTEMPERATUR og NEDBOR



LUFTTEMPERATUR og NEDBØR

HAUGASTOL (988 m o.h.)



FROSTMENGDE og VINTERENS SAMLEDE NEDBØRMENGDE ved Haugastøl met.st
1901 - 1930.

Vinter	NOVEMBER		DESEMBER		JANUAR		FEBRUAR		MARS		APRIL		Frost- mengde $\Sigma(-f)$	Antall isdager	Nedbør- mængde mm
	Lufft. °C	Nedbør mm													
Normal 1901-30	-4.6	66	-7.9	65	-8.4	76	-8.2	61	-8.6	54	-2.8	39	38.5		361
1900 - 01	-5.2	54	-6.3	106	-9.1	62	-11.0	16	-8.6	28	-2.0	18	42.2	140	284
01 - 02	-4.8	23	-9.8	83	-5.5	81	-8.7	21	-6.5	49	-4.5	16	39.8	145	273
02 - 03	-5.3	41	-9.8	42	-9.3	77	-4.4	105	-4.2	134	-4.8	39	37.8	144	438
03 - 04	-2.3	44	-10.9	29	-5.9	24	-12.3	34	-8.8	33	-3.0	33	43.2	158	197
04 - 05	-4.0	36	-7.7	37	-9.2	65	-6.8	54	-6.2	38	-6.0	19	39.9	142	249
05 - 06	-5.5	41	-4.3	45	-7.3	60	-8.3	33	-7.4	57	-1.9	22	34.7	133	258
06 - 07	-1.2	60	-8.2	42	-8.8	53	-6.9	56	-4.4	47	-2.4	13	31.9	109	271
07 - 08	-3.5	36	-9.7	54	-5.8	44	-4.8	53	-9.9	35	-3.4	42	37.1	135	270
08 - 09	-4.4	55	-7.8	34	-5.9	45	-8.9	8	-9.6	23	-3.0	40	39.6	137	205
09 - 10	-5.0	17	-7.8	58	-9.1	47	-6.4	18	-4.1	20	-1.8	47	34.2	133	207
1910 - 11	-7.3	38	-6.5	64	-6.3	30	-6.0	62	-7.8	20	-1.3	76	35.2	145	290
11 - 12	-6.3	52	-6.5	83	-11.5	18	-7.0	47	-5.1	90	-4.7	20	41.1	141	310
12 - 13	-4.2	74	-3.8	202	-12.1	41	-4.1	79	-5.1	121	-2.1	72	31.4	134	589
13 - 14	-1.9	141	-6.9	43	-8.9	93	-3.7	73	-7.7	75	-0.4	37	29.5	128	462
14 - 15	-5.0	83	-6.9	97	-9.6	75	-9.5	34	-8.6	46	-1.3	27	40.9	142	362
15 - 16	-6.4	31	-14.3	46	-5.1	168	-8.5	27	-9.1	28	-0.6	27	44.0	146	327
16 - 17	-2.3	82	-7.4	55	-17.5	8	-8.4	17	-9.6	27	-5.9	50	51.1	148	239
17 - 18	-2.5	57	-7.1	55	-9.2	65	-6.7	83	-5.7	15	-2.8	13	35.8	122	288
18 - 19	-2.1	42	-8.0	100	-8.2	50	-11.1	8	-8.2	35	-2.4	36	40.3	133	271
19 - 20	-9.9	52	-11.1	64	-8.3	126	-3.9	132	-3.1	68	-2.1	26	38.4	132	488
1920 - 21	-2.8	49	-9.7	41	-6.8	145	-7.0	19	-3.1	136	-0.1	21	29.5	116	411
21 - 22	-6.5	13	-4.5	107	-12.5	51	-10.5	59	-5.7	37	-4.4	55	44.1	143	322
22 - 23	-3.4	54	-4.8	42	-6.1	76	-13.5	31	-5.1	37	-5.4	24	38.3	139	264
23 - 24	-6.8	74	-10.2	29	-7.5	33	-11.2	34	-10.6	36	-5.7	38	53.5	157	264
24 - 25	-2.4	26	-2.8	101	-5.2	95	-7.0	137	-8.7	19	-3.9	10	30.0	126	398
25 - 26	-7.2	46	-10.0	62	-9.0	77	-8.2	71	-5.6	67	0.2	26	41.2	133	349
26 - 27	-3.8	105	-6.7	47	-6.4	143	-6.4	72	-3.8	76	-4.6	52	31.7	136	495
27 - 28	-7.0	44	-13.8	5	-8.5	129	-7.1	121	-8.0	42	-1.8	24	46.2	151	365
28 - 29	-4.7	79	-9.4	60	-12.3	52	-15.1	26	-1.9	8	-3.5	22	46.9	138	247
29 - 30	-3.0	78	-4.9	80	-4.5	146	-8.2	14	-5.5	37	-0.1	39	26.3	119	394

KARAKTERISTISKE DATA

Maks.	-1.2	141	-2.8	202	-4.5	168	-3.7	137	-1.9	135	0.2	76	26.3	109	589
1. kv.	-2.8	74	-6.5	83	-6.1	93	-6.4	72	-5.1	67	-1.8	40	34.2	132	388
Median	-4.6	50	-7.8	55	-8.5	64	-8.3	40	-6.4	37	-2.5	27	39.0	137	289
2. kv.	-6.3	38	-9.8	42	-9.2	45	-9.5	21	-8.6	28	-4.5	21	42.2	143	258
Min.	-9.9	13	-14.3	5	-17.5	8	-15.1	8	-10.6	8	-6.0	10	53.5	157	197

FROSTMENGDE og VINTERENS SAMLEDE NEDBORMENGE ved HAUGASTØL med. st. 1931 - 1960

Vinter	NOVEMBER		DESEMBER		JANUAR		FEBRUAR		MARS		APRIL		Frost- mengde $\Sigma(-)$	Antall isdager	Nedbør- mengde mm
	Lufft. °C	Nedbør mm													
Normal 1931-60	-3,4	57	-6,2	59	-9,6	60	-9,5	45	-7,0	32	-2,6	36	38,3		289
1930 - 31	-5,3	118	-4,4	65	-9,5	58	-11,1	54	-8,5	6	-3,6	27	42,4		328
31 - 32	-2,0	54	-6,0	77	-3,7	85	-4,3	1	-7,8	14	-4,0	55	27,6	136	286
32 - 33	-3,8	102	-3,6	91	-6,6	36	-9,5	85	-5,3	46	-3,3	23	32,1	123	383
33 - 34	-6,6	9	-4,9	10	-4,4	91	-3,0	66	-6,0	37	-2,8	94	27,7	123	307
34 - 35	-3,8	88	-3,7	64	-6,9	66	-7,3	86	-7,4	38	-3,7	62	32,8	129	404
35 - 36	-2,6	85	-7,0	40	-8,8	92	-10,9	44	-6,6	18	-3,1	34	39,0	152	352
36 - 37	-3,0	46	-4,2	113	-9,7	82	-12,8	60	-10,2	41	0,1	48	39,9	134	390
37 - 38	-4,2	22	-10,5	58	-6,3	92	-5,4	66	-1,8	70	-2,1	25	50,3	121	333
38 - 39	-1,0	107	-7,8	100	-10,0	121	-3,4	83	-6,7	20	-3,2	45	32,1	134	476
39 - 40	-3,4	123	-9,9	25	-11,8	21	-13,8	30	-8,9	22	-4,8	34	52,6	152	255
1940 - 41	-4,0	118	-8,6	31	-15,3	3	-12,9	30	-8,4	15	-4,6	12	53,8	150	209
41 - 42	-5,3	20	-5,7	69	-17,8	6	-12,0	11	-11,4	16	-2,3	21	54,5	141	143
42 - 43	-2,5	35	-6,4	68	-12,5	43	-4,1	139	-4,2	49	-1,6	69	31,3	129	403
43 - 44	-4,3	77	-6,4	27	-6,0	56	-8,2	16	-6,6	18	-3,6	13	35,1	144	207
44 - 45	-5,9	79	-5,5	53	-12,0	33	-7,2	71	-2,3	30	-0,9	24	33,8	126	290
45 - 46	-3,1	43	-8,5	59	-8,8	48	-9,1	58	-7,0	21	0,0	19	36,5	135	248
46 - 47	-2,8	60	-6,5	27	-11,4	53	-21,5	1	-11,4	45	-2,3	17	55,9	146	203
47 - 48	-6,1	63	-8,6	13	-12,7	50	-9,7	33	-1,7	24	-0,8	18	39,6	128	201
48 - 49	-2,7	44	-3,5	35	-4,8	60	-4,2	27	-7,9	12	-1,4	23	24,5	116	201
49 - 50	-3,3	63	-6,4	82	-8,1	67	-8,4	92	-4,6	22	-1,9	36	32,7	134	362
1950 - 51	-4,7	31	-11,1	45	-10,2	53	-9,4	37	-10,7	25	-3,7	38	49,8	132	229
51 - 52	-2,6	104	-3,0	86	-10,9	47	-6,9	38	-9,5	44	0,0	36	32,9	109	355
52 - 53	-7,4	36	-7,7	38	-7,3	54	-9,7	55	-2,3	16	-3,0	16	37,4	110	215
53 - 54	-0,9	96	-3,3	80	-10,3	44	-13,6	28	-6,3	22	-3,3	23	37,7	102	293
54 - 55	-4,4	54	-5,1	120	-8,5	29	-13,1	20	-8,1	15	-2,9	48	42,1	126	286
55 - 56	-1,6	57	-8,3	107	-10,2	50	-11,8	17	-5,9	40	-4,8	19	42,6	104	290
56 - 57	-3,2	46	-5,3	55	-6,6	130	-10,3	63	-5,9	65	-2,2	10	33,5	104	369
57 - 58	-3,0	32	-5,2	119	-10,0	99	-13,4	38	-13,4	15	-3,6	33	48,6	119	336
58 - 59	-2,0	18	-8,2	50	-10,3	30	-6,1	40	-4,1	42	0,6	73	30,7		263
59 - 60	-2,1	73	-7,0	104	-13,3	58	-12,0	40	-7,5	23	-3,3	58	45,2		356

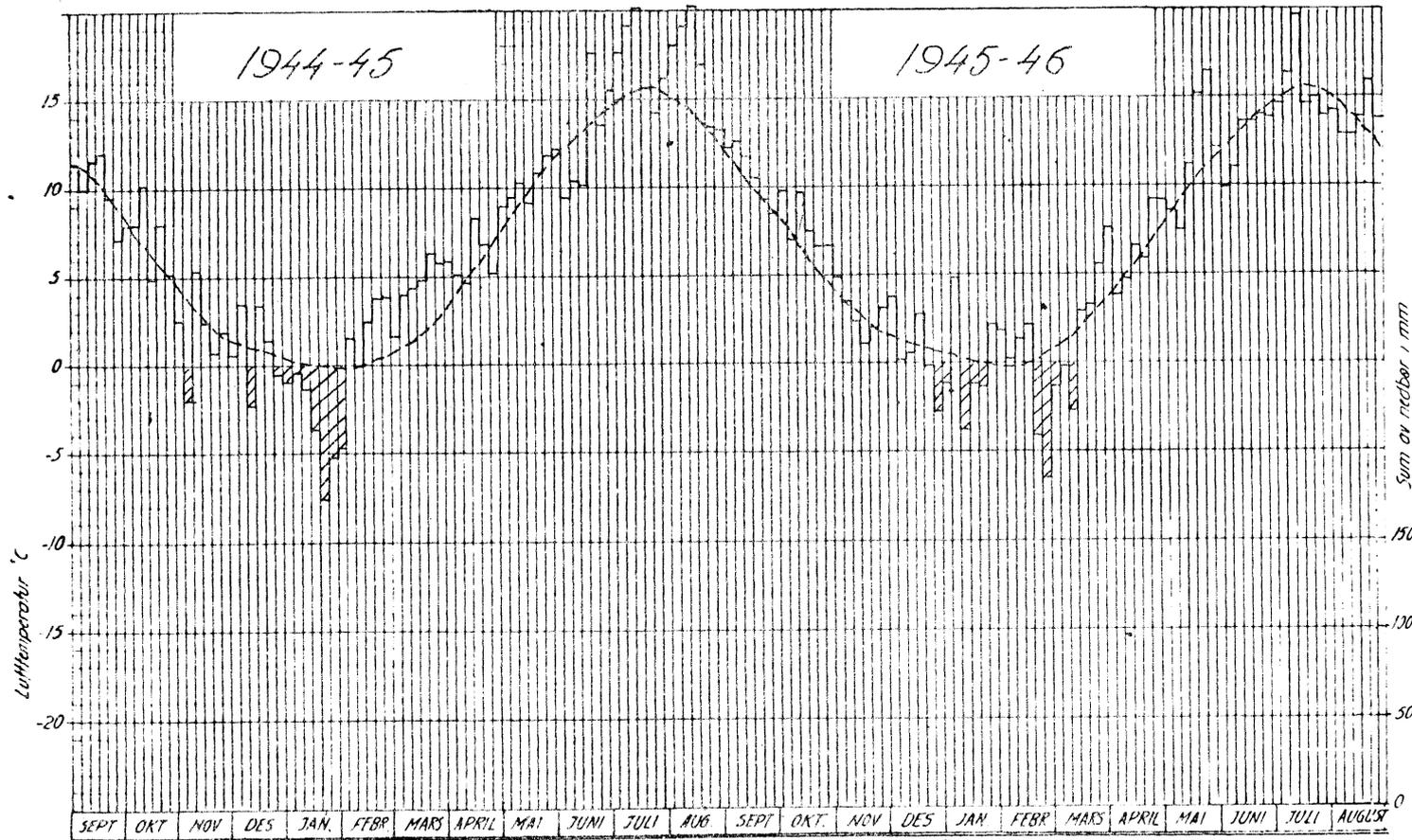
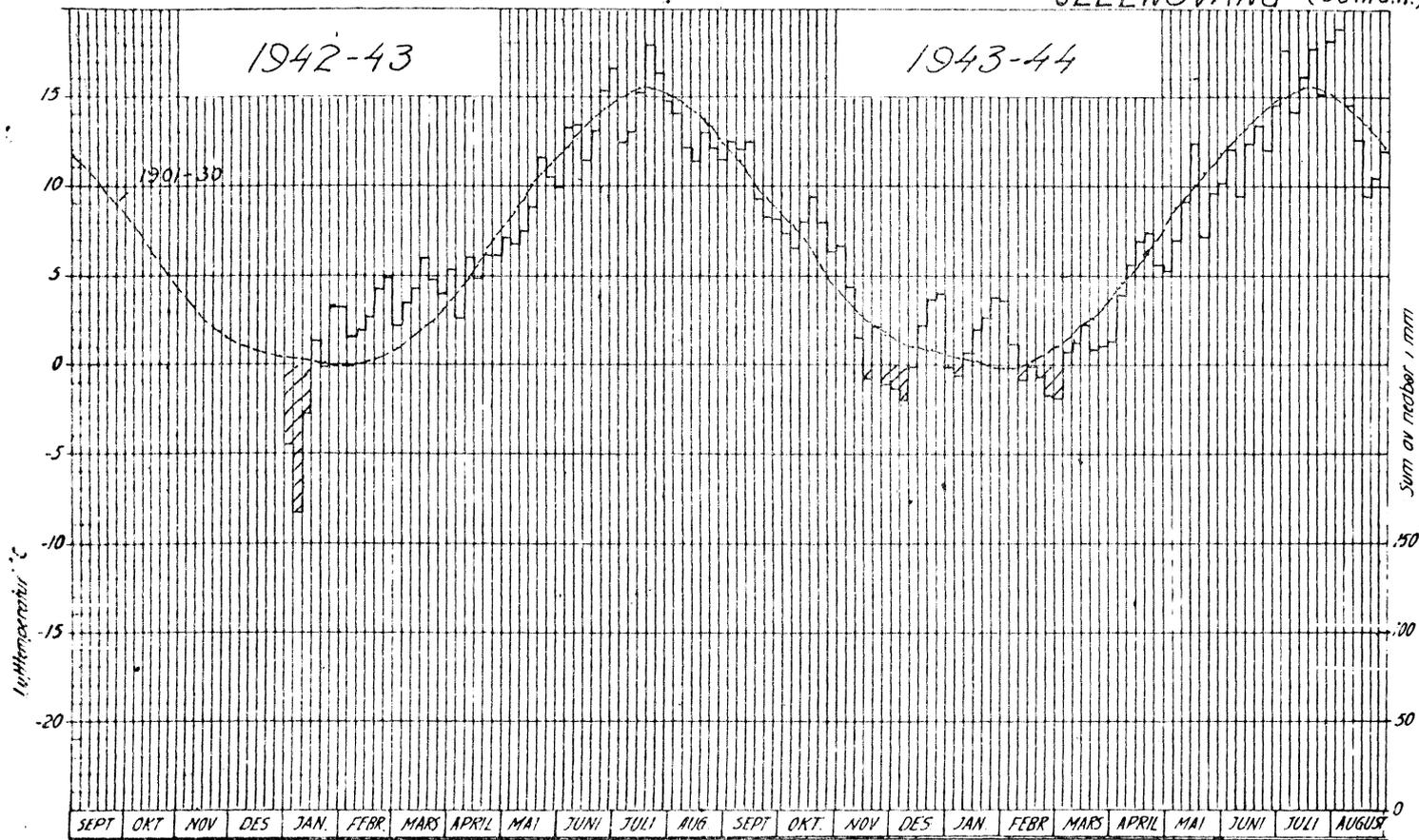
KARAKTERISTISKE DATA

Maks.	-0,9	123	-3,0	120	-3,7	130	-3,0	135	-1,7	70	0,1	94	24,5	102	476
1. kv.	-2,6	92	-4,7	84	-6,8	84	-7,0	66	-5,6	40	-1,7	41	32,0	119	359
Median	-3,0	59	-6,2	62	-9,6	53	-9,6	41	-6,8	22	-2,9	26	37,0	129	291
2. kv.	-4,3	39	-8,0	37	-11,2	43	-12,4	27	-8,7	16	-3,6	19	42,5	136	222
Min.	-7,4	9	-11,1	10	-17,8	3	-21,5	1	-13,4	6	-4,8	10	55,9	152	143

Fig. B-13

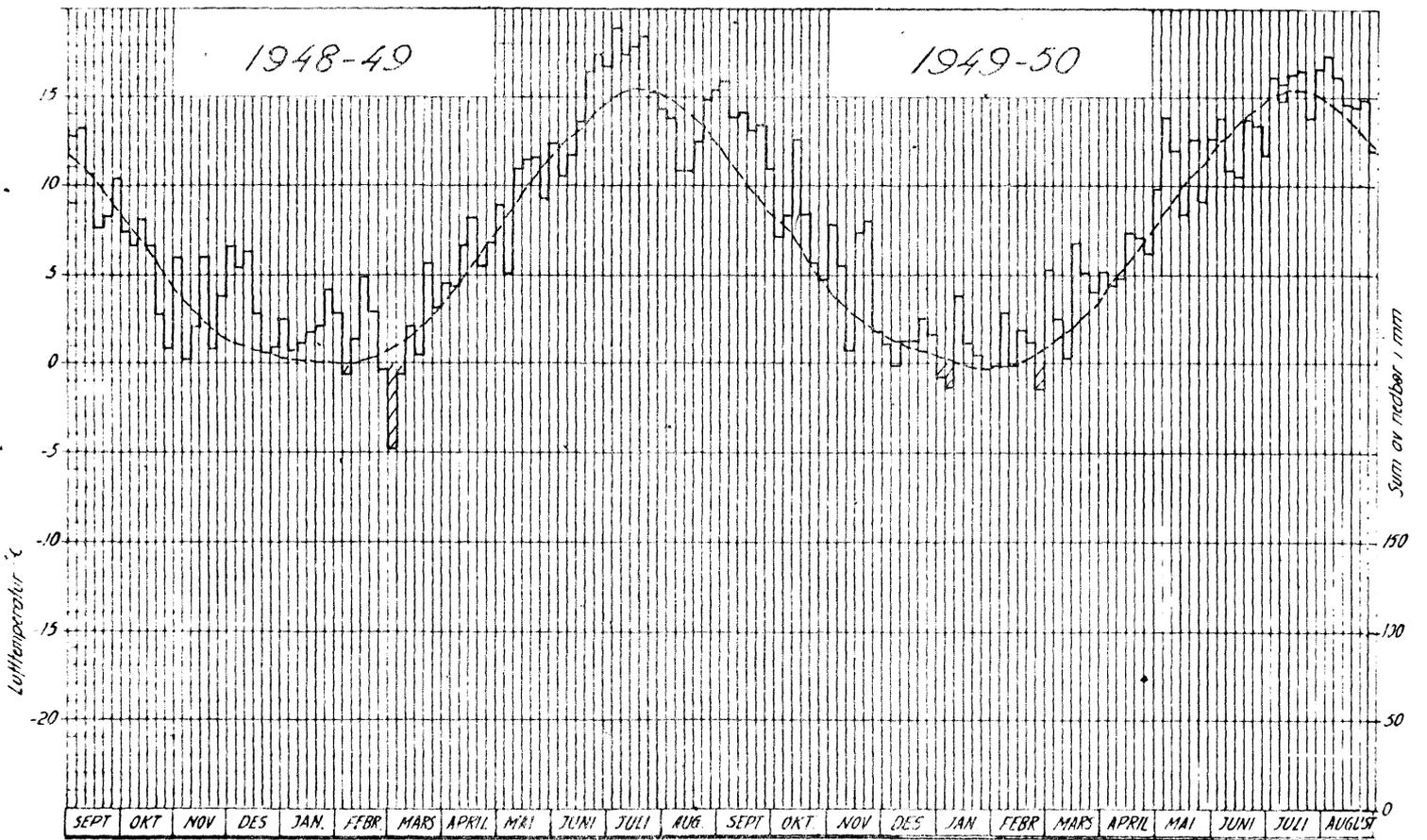
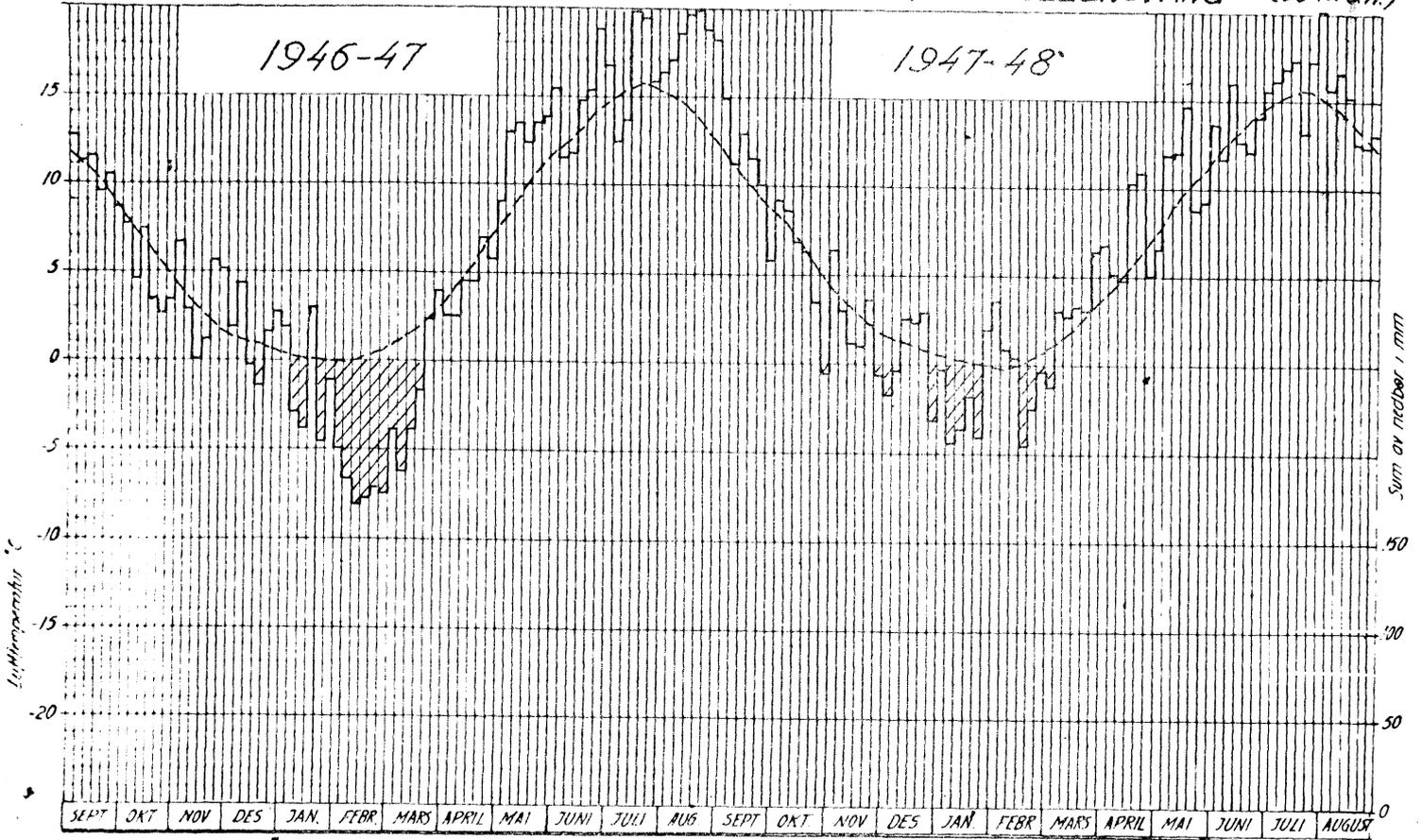
PENTADEMIDLER av LUFTEMPERATUR og NEDBOR

ULLENSVANG (30 mo.h.)



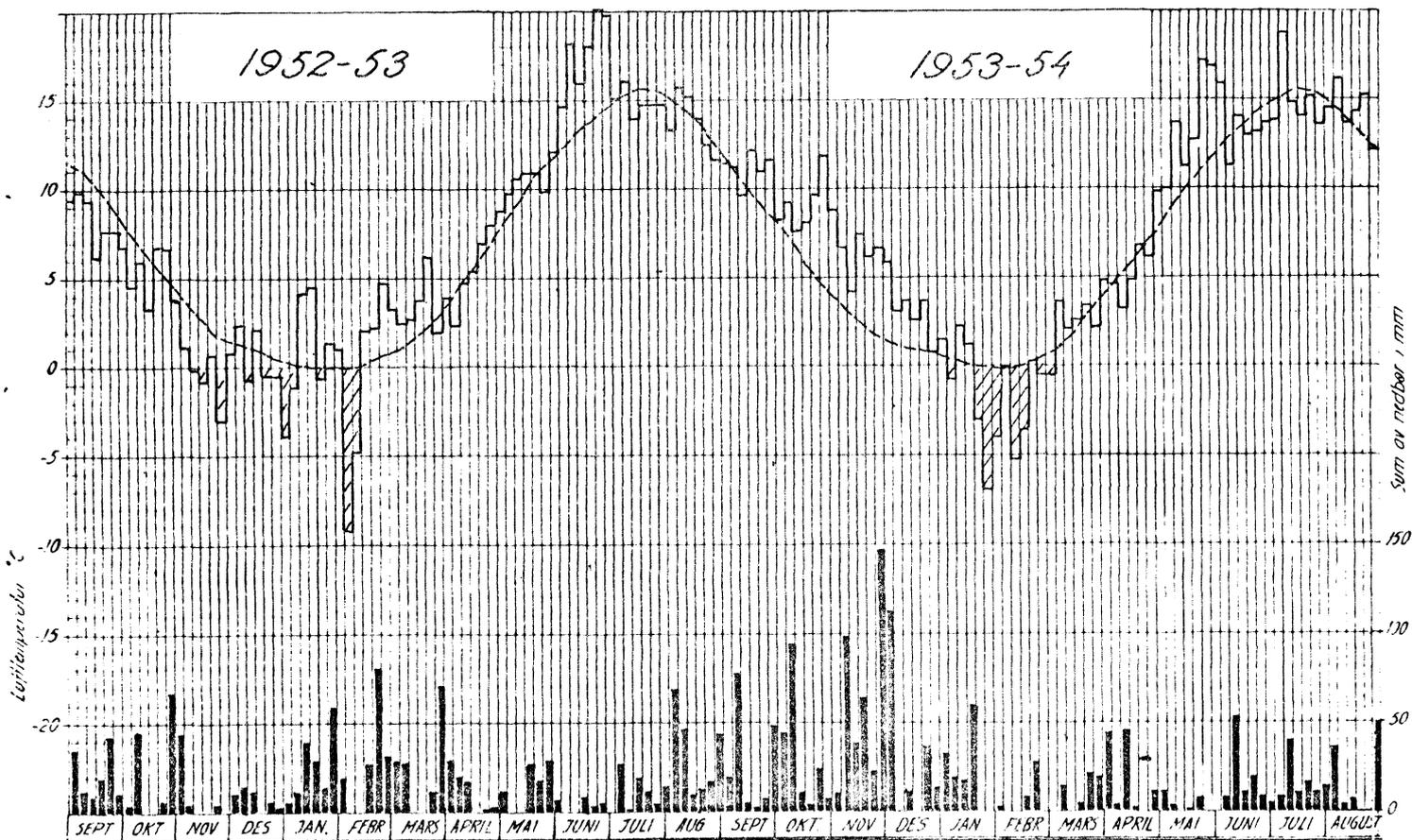
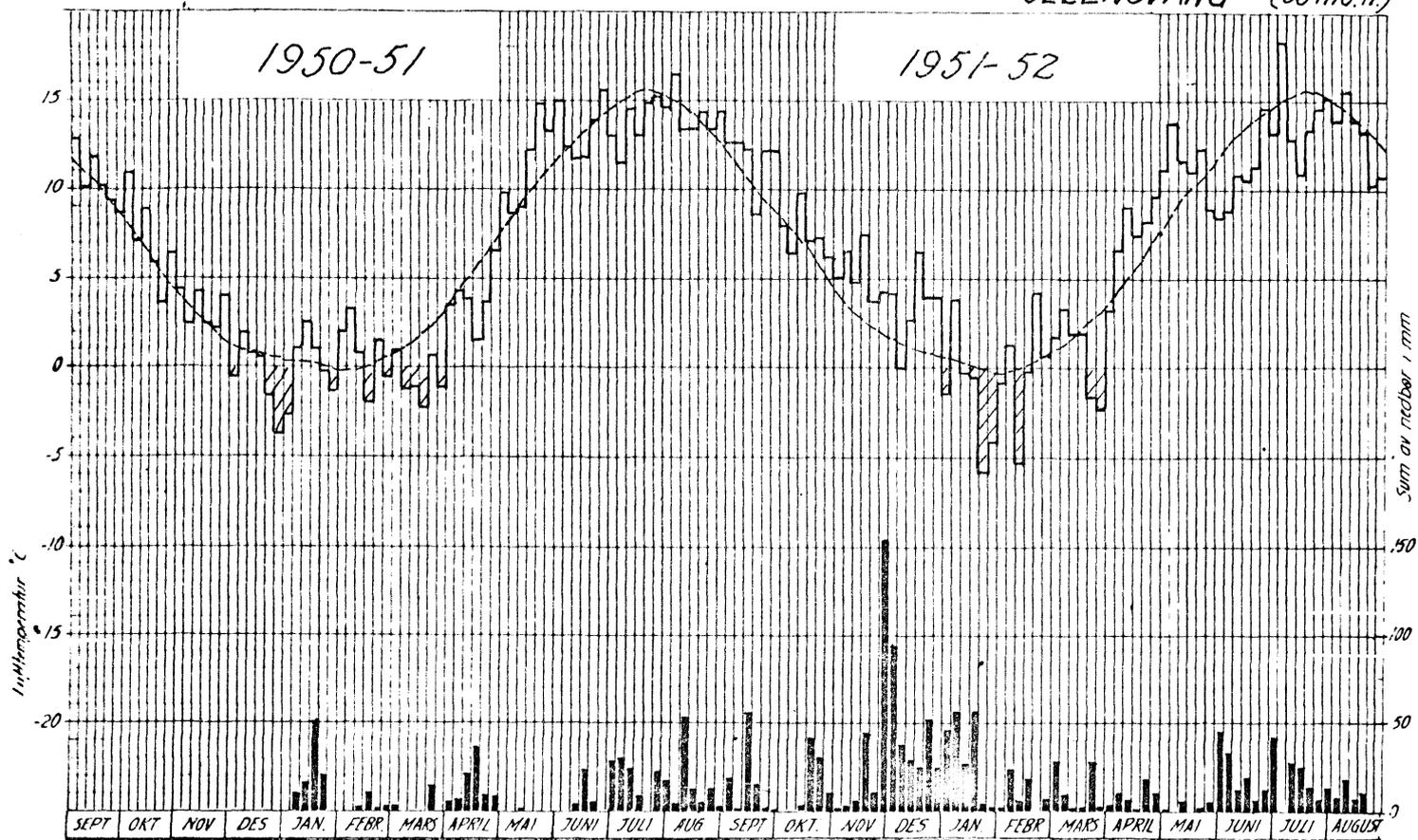
PENTADEMIDLER af LUFTTEMPERATUR og NEDBØR

ULLENSVANG (30 m o.h.)



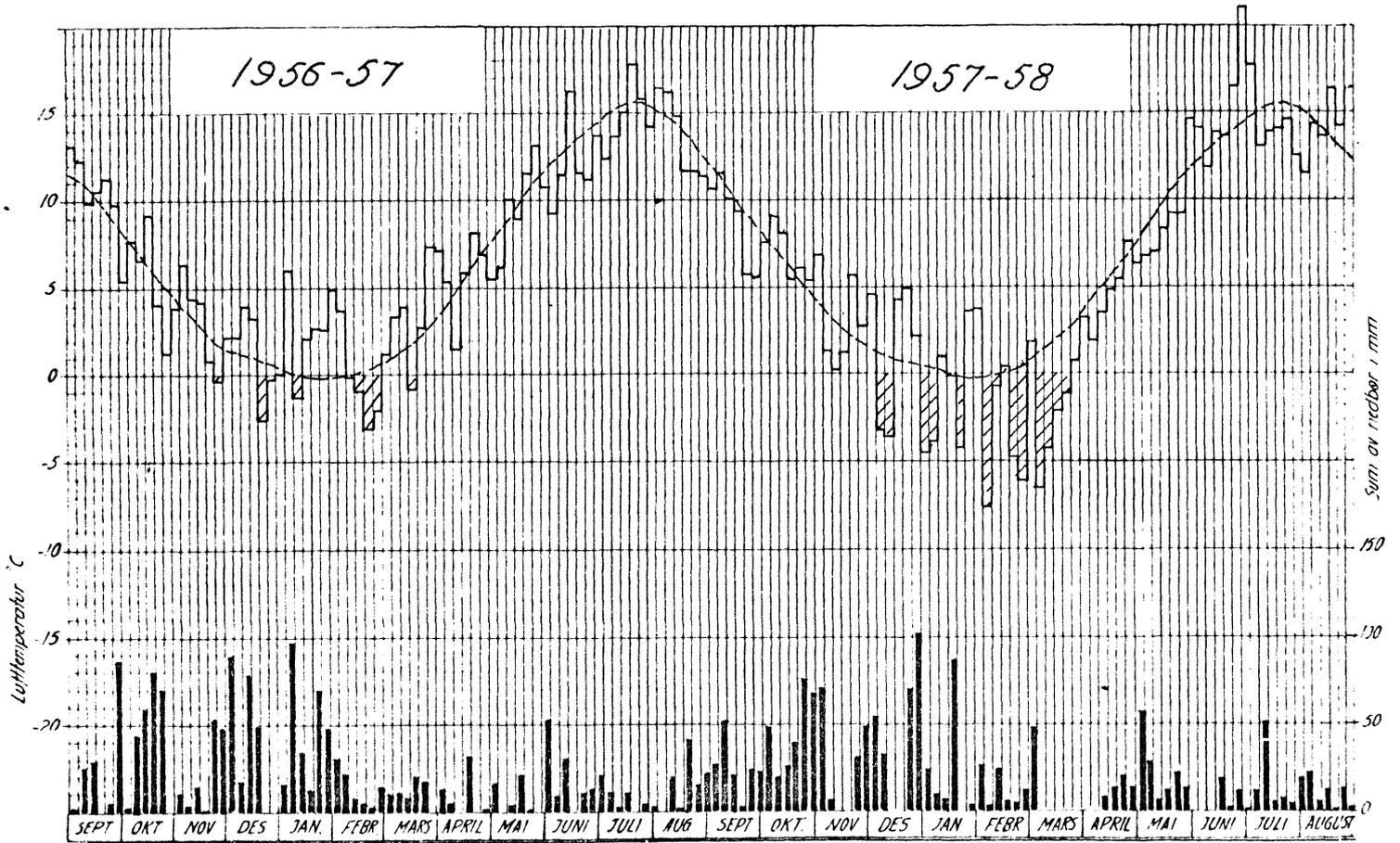
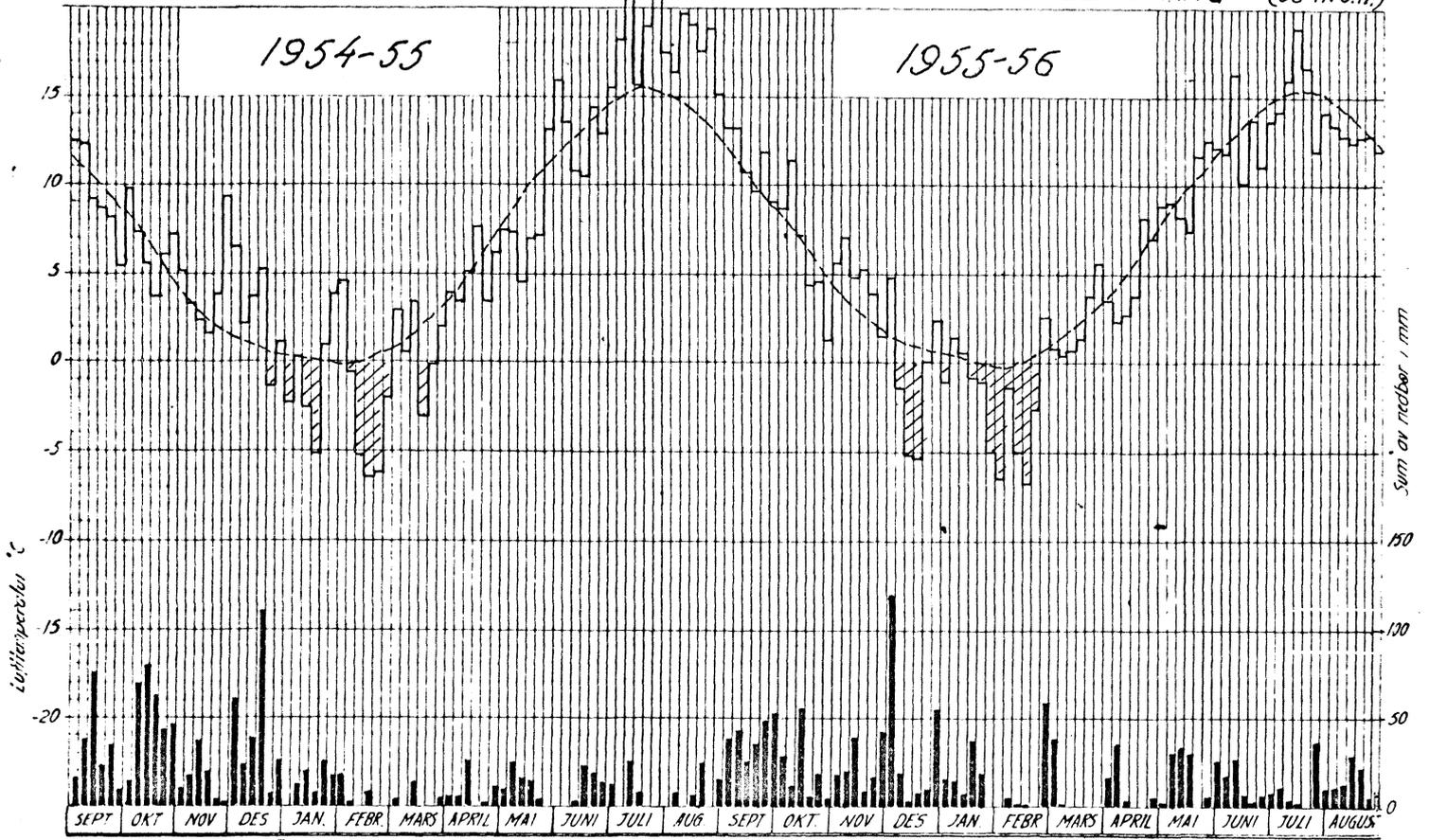
PENTADEMIDLER av LUFTEMPERATUR og NEDBOR

ULLENSVANG (30 mo. h.)



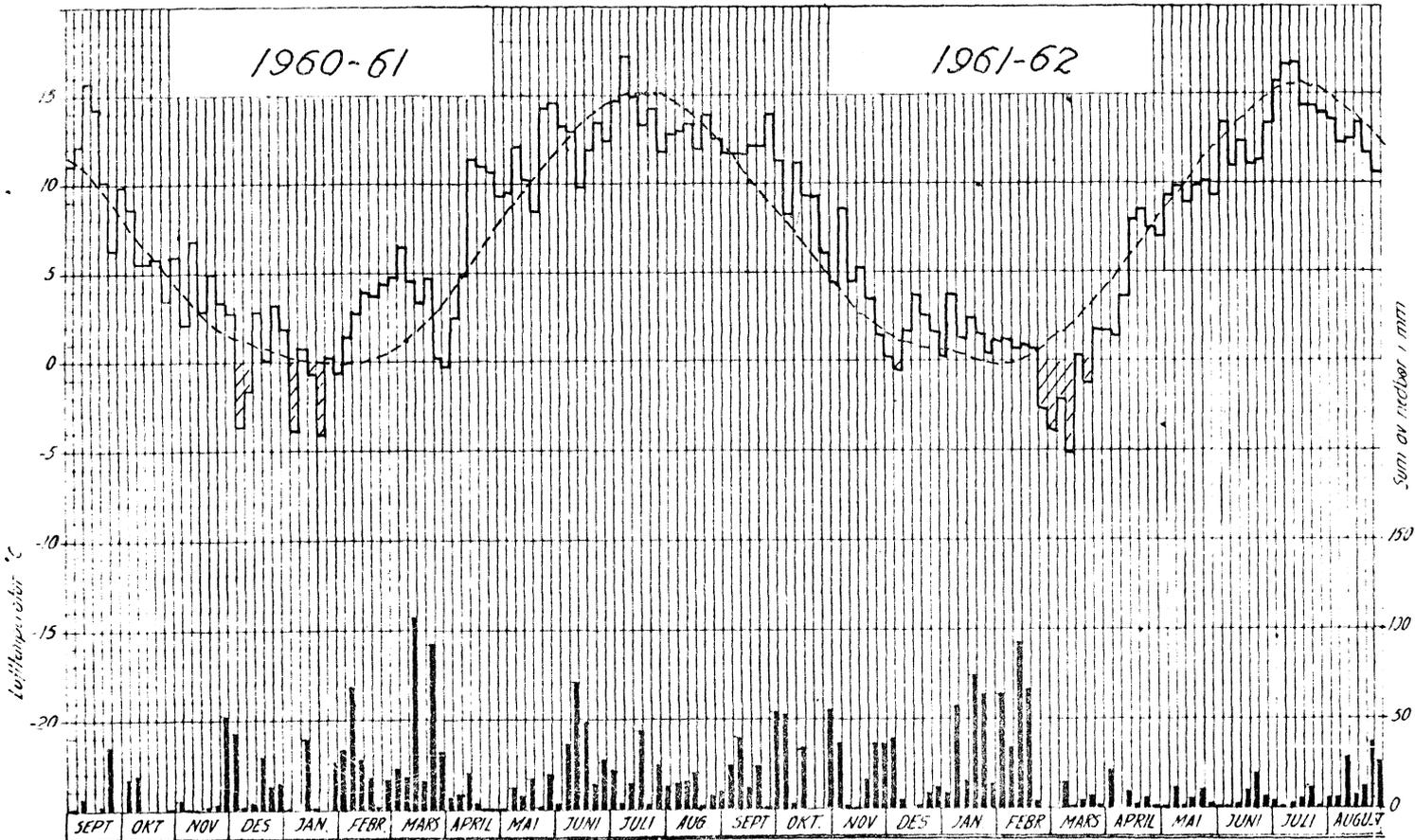
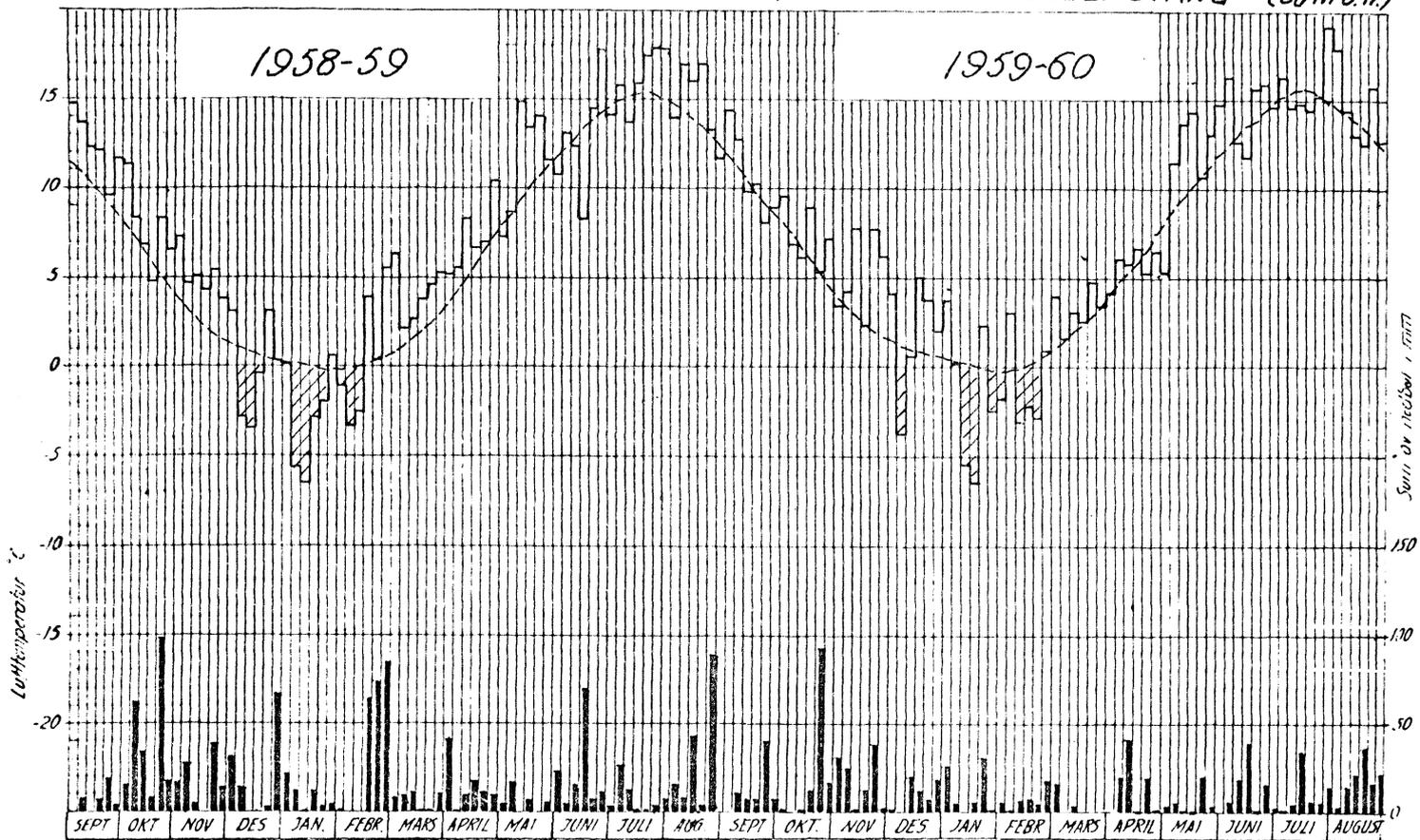
PENTADEMIDLER af LUFTEMPERATUR og NEDBØR

ULLENSVANG (30 m.o.h.)



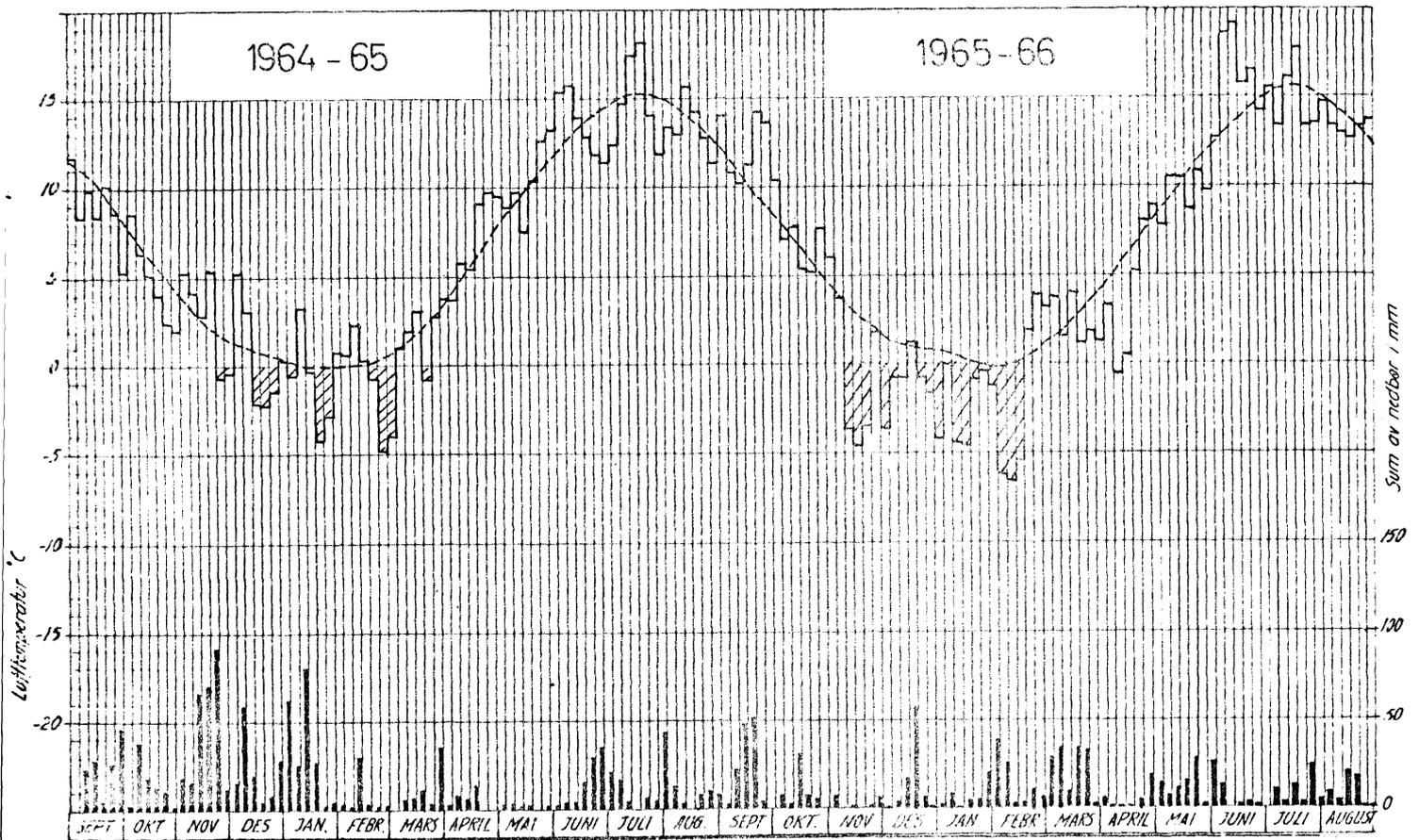
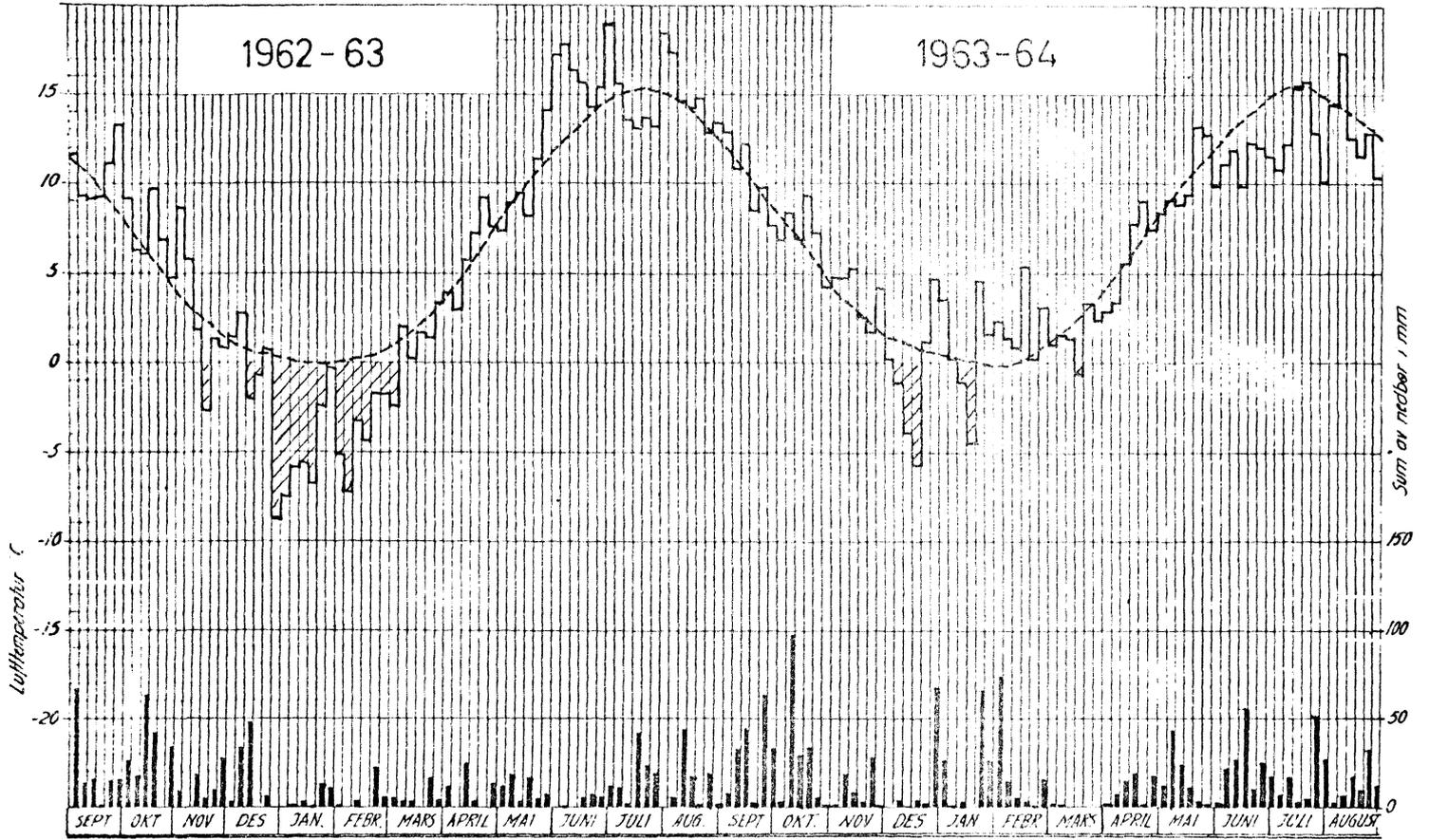
PENTADEMIDLER av LUFTTEMPERATUR og NEDBOR

ULLENSVANG (30 m.o.h.)



PENTADEMIDLER av LUFTTEMPERATUR og NEDBØR

ULLENSVANG (30 m.oh.) 1949

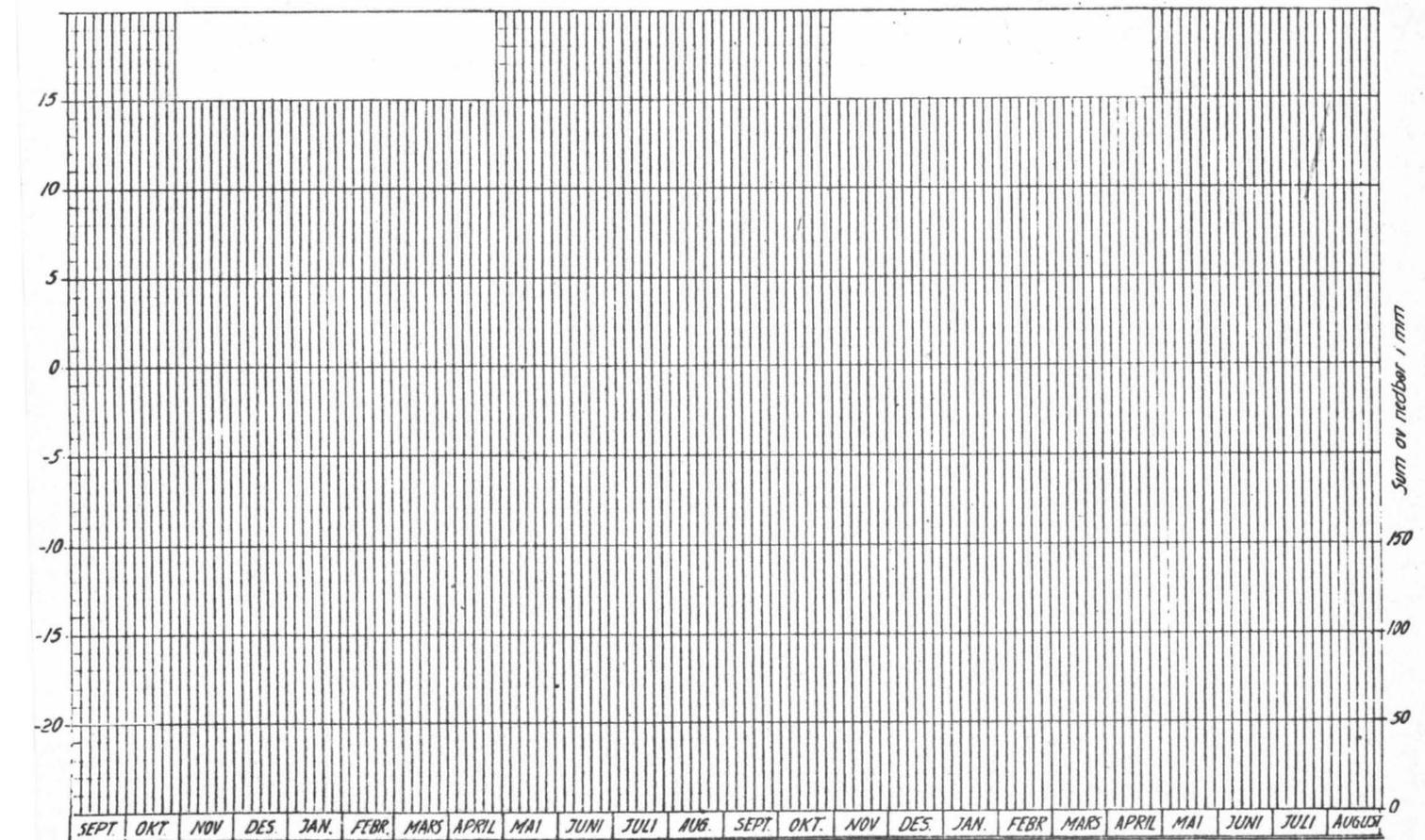
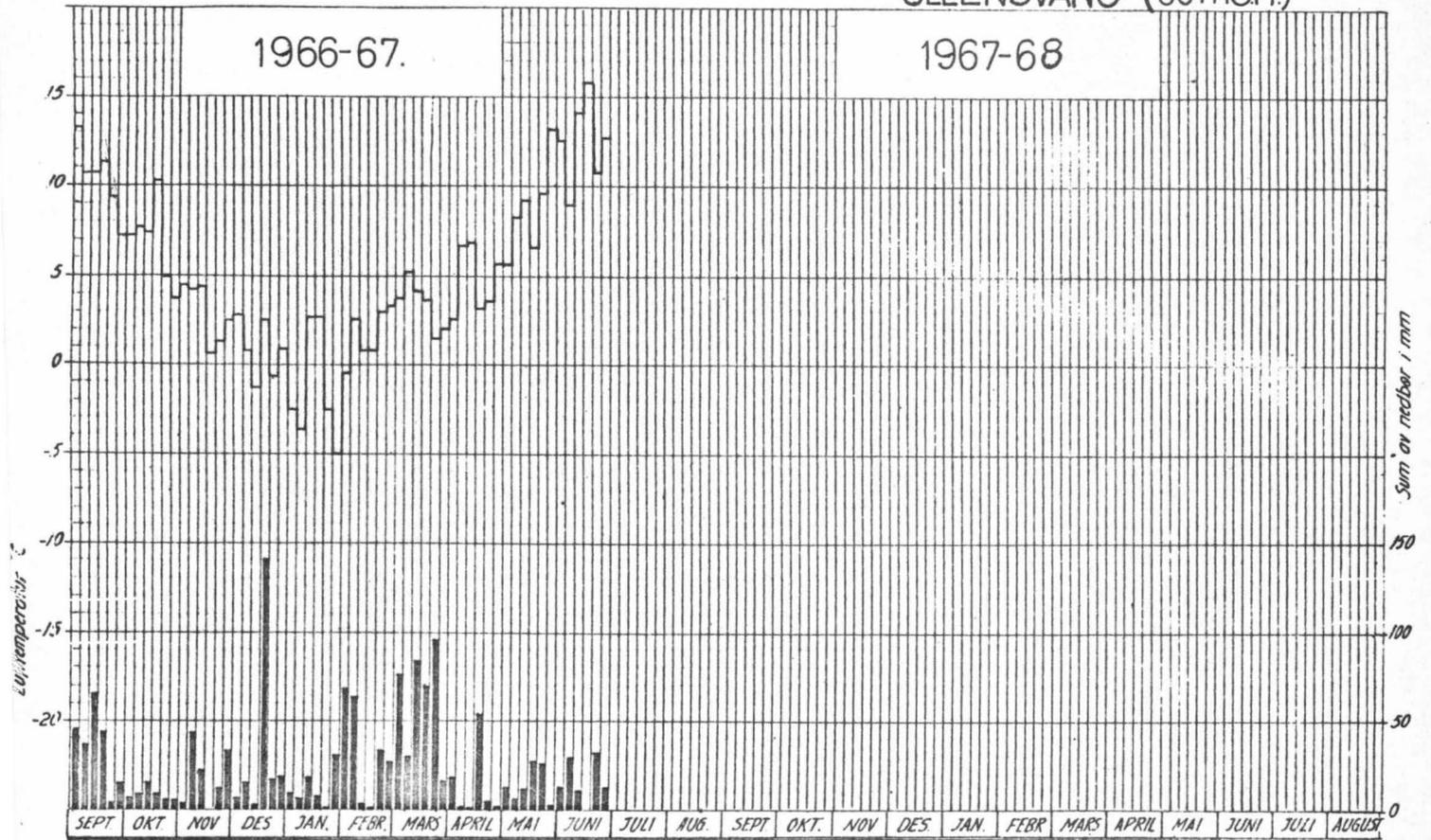


PENTADEMIDLER av LUFTEMPERATUR og NEDBØR

ULLENSVANG (30 moh.)

1966-67.

1967-68



NEDBØRHØYDER i mm

Fig. B-14

Vassdrag: UstaNedbørstasjon: Haugstøl (995 m. h.)

Årsløst:	SEPT.	OKT.	NOV.	DES.	JAN.	FEBR.	MARS	APRIL	MAI	JUNI	JULI	AUG.	Årel 1/9-31/9
1910-11	61	27	38	64	30	62	20	76	30	50	20	34	512
11-12	38	54	52	83	18	47	90	20	67	86	35	133	723
12-13	51	74	74	202	41	79	121	72	37	33	66	32	882
13-14	58	42	141	43	93	73	75	37	31	23	112	105	833
14-15	59	26	83	97	75	34	46	27	13	21	131	109	721
15-16	45	10	31	46	168	27	38	27	60	77	68	62	649
16-17	39	147	82	55	8	17	27	50	22	62	36	113	658
17-18	170	47	57	55	65	83	15	13	13	42	129	97	796
18-19	78	129	42	100	50	8	35	36	5	68	54	105	710
19-20	106	48	54	64	126	132	88	26	78	34	104	94	952
20-21	78	1	49	41	145	19	136	21	59	7	88	84	728
21-22	61	86	13	107	51	59	37	55	78	30	101	121	799
22-23	39	44	54	42	76	31	37	24	41	36	12	121	563
23-24	164	82	74	29	33	34	36	39	43	115	142	94	885
24-25	46	62	26	101	95	137	19	10	36	11	36	77	676
25-26	98	53	46	62	77	71	67	26	68	65	59	99	785
26-27	91	36	105	47	143	72	76	52	26	92	87	130	957
27-28	79	106	44	5	129	121	42	24	3	99	15	90	817
28-29	94	100	79	60	52	26	8	22	43	24	35	116	659
29-30	37	155	78	80	146	14	37	39	24	33	69	53	765
30-31	41	84	118	66	58	54	6	27	88	30	111	60	742
31-32	13	57	54	77	85	1	14	55	31	21	106	36	550
32-33	117	106	102	91	36	85	46	23	17	68	57	41	789
33-34	27	57	9	10	91	66	37	94	39	37	45	179	682
34-35	127	129	88	64	66	86	38	62	2	47	45	45	799
35-36	125	162	85	40	92	44	18	34	13	34	54	32	733
36-37	33	64	46	113	82	60	41	48	57	84	58	30	716
37-38	86	68	22	58	92	66	70	26	48	55	106	119	815
38-39	112	84	107	100	121	83	20	45	9	93	149	56	979
39-40	48	11	123	25	21	30	22	34	9	20	157	61	561

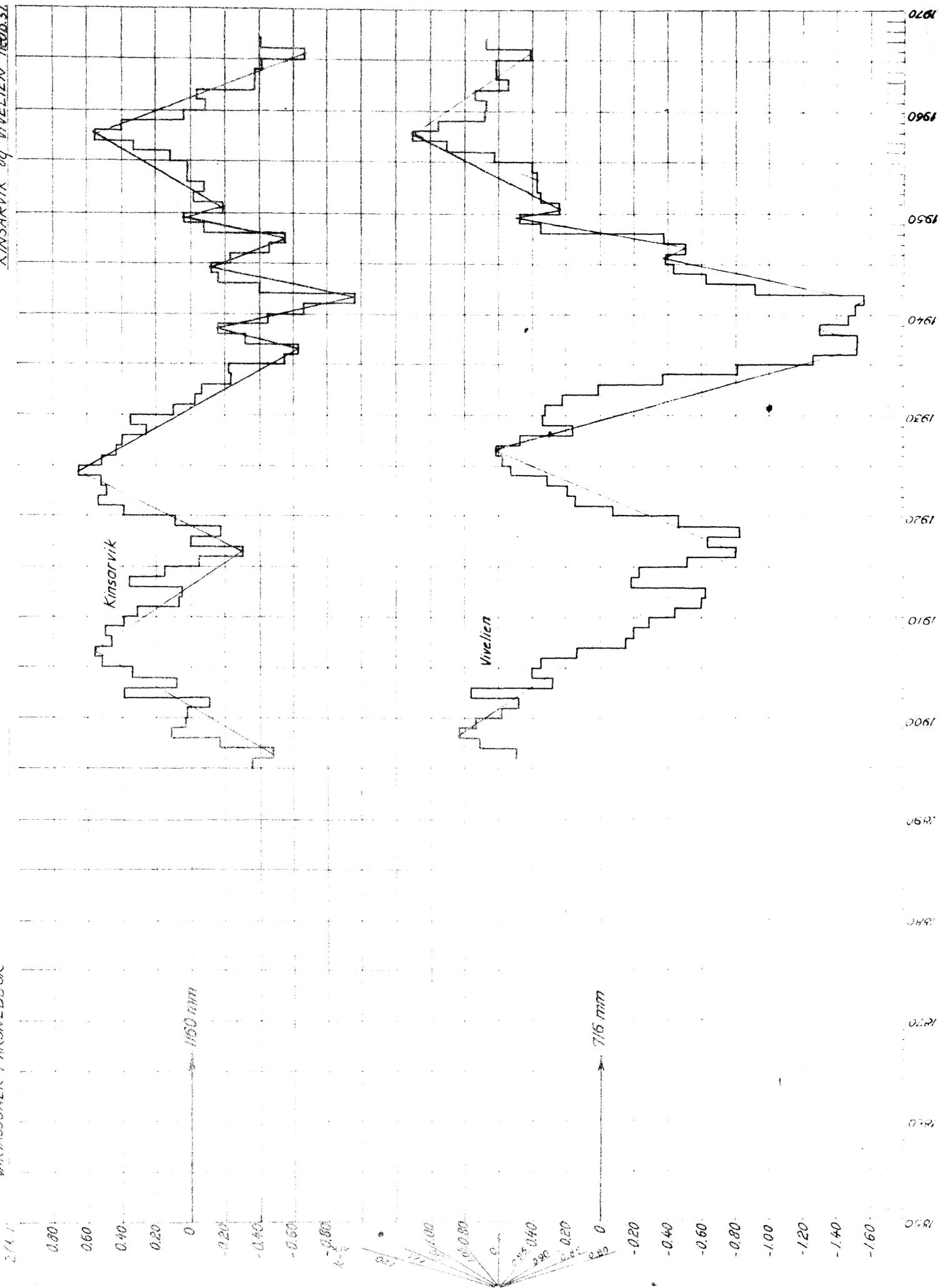
KARAKTERISTISKE DATA:

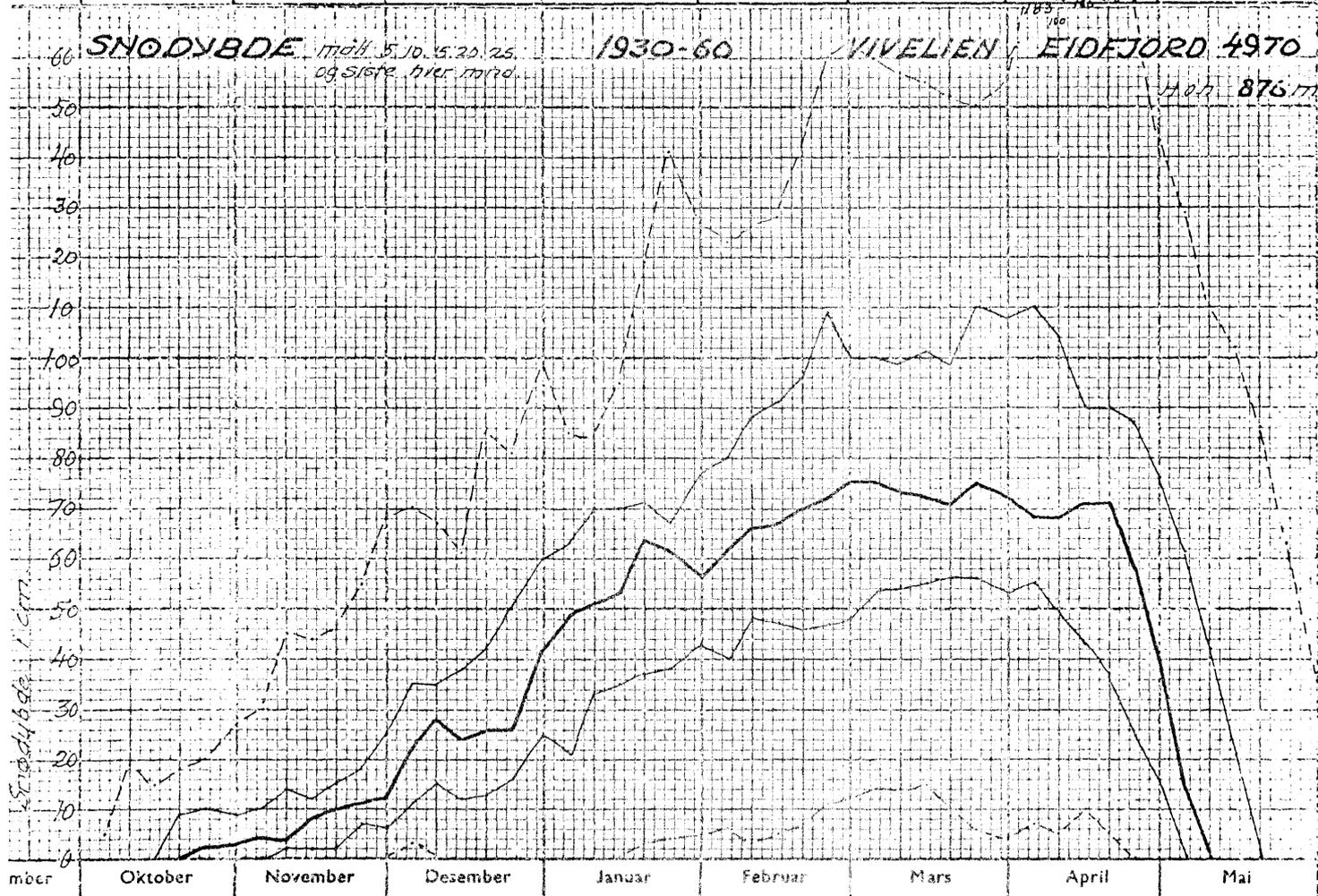
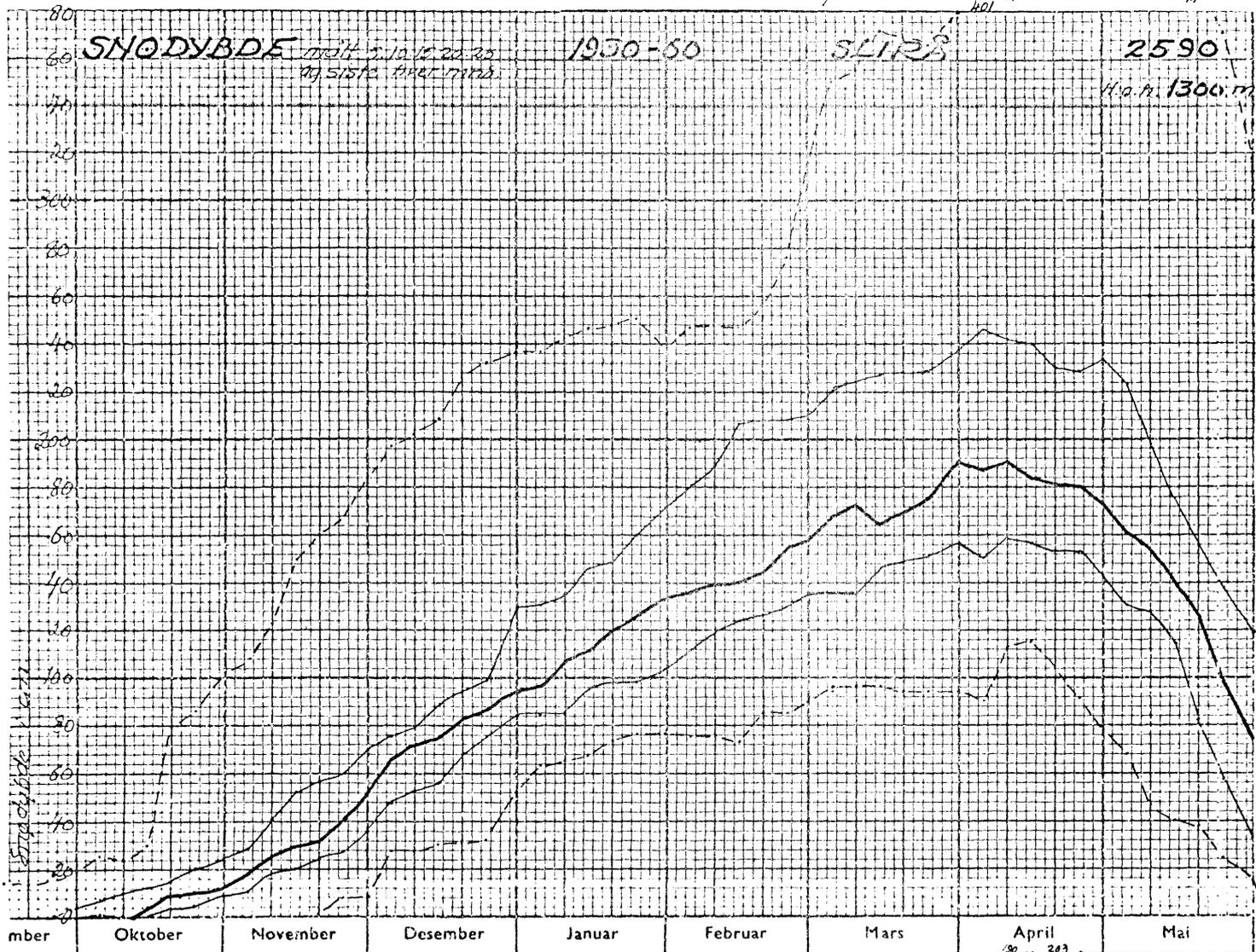
Min	13	1	9	5	8	1	6	10	2	7	12	30	512
1. kv.	41	44	44	43	50	30	20	24	13	30	45	53	676
Median	61	63	55	63	76	59	37	34	31	40	68	92	738
2. kv.	94	100	85	91	95	79	67	50	57	68	106	113	816
Maks.	170	162	141	202	168	137	136	94	88	115	157	179	979

1910-40

Fig. B-19
KINSARVIK og VIVELIEN nedb. st.

VARIASJONER I ÅRSNEDBØR





2. Hydrologiske data.

Det foreligger mangeårige observasjoner fra 4 vannmerker, nemlig i B j o r - e i o ved G a r e n i tida fra 1909, i V e i g ved V i v e l l i fra 1915, i E i o ved E i d f j o r d v a t n fra 1928 og i K i n s o ved H ø l e n fra 1915.

En oversikt over variasjoner i årsavløp ved disse er vist grafisk på fig. B-2¹⁻².

I fig. B-2⁵ vises en oversikt over avløpet etter pentadeverdier i perioden 1941-60 ved Eidfjordvatn, Hølen og Viveli Vm. De forskjellige kurvene viser maksimal, 2. kvartil, median, 1. kvartil og minimalverdiene.

Variasjonene i årsavløp og årsnedbør er vist i figurene B-2¹⁻² og B-1⁹. De undersøkelsene Iskontoret har foretatt av slike variasjoner, viser at landet kan deles inn i soner som hver har sine karakteristiske variasjonsforløp. En sone er Vestlandet fra Rogaland til Møre og Romsdal. Grensen mot øst synes å være vannskillet, hvorfra Østlandet med sitt variasjonsforløp overtar.

Kinsarvik og Vivelien nedbørstasjoner må karakteriseres som typiske Vestlandsstasjoner. For Kinsarviks vedkommende har den mindre nedbør enn normalt i årene 1895-1967, i periodene 1906-1916, 1924-1936, 1938-1941, 1944-1947 og fra 1957. De samme periodene stemmer godt overens for Vivelien, bortsett fra årene 1898-1906, da Vivelien hadde mere og Kinsarvik mindre enn normalt. Det ser ut som om Vivelien i denne perioden har vært noe påvirket av Østlandets klima, se fig. B-2³, Geilo nedb.st. Dette er forøvrig et trekk som er typisk for stasjoner nær grensene, i enkelte perioder tilhører de det ene området, i andre perioder det andre.

Når det gjelder vannmerkene, ser det ut til at variasjonene ved disse er mindre, men følger noenlunde samme mønster som nedbørvariasjonene. Garen har f.eks. mindre nedbør enn normalt i periodene 1926-35, 1938-41, 1944-47, 1949-55 og fra 1957. Man vil bemerke her at periodene for de forskjellige stasjonene ikke er like, derfor har vi i fig. B-2⁴ tegnet variasjonsforløpet i perioden 1915-62 for alle, noe som vil lette sammenligningen.

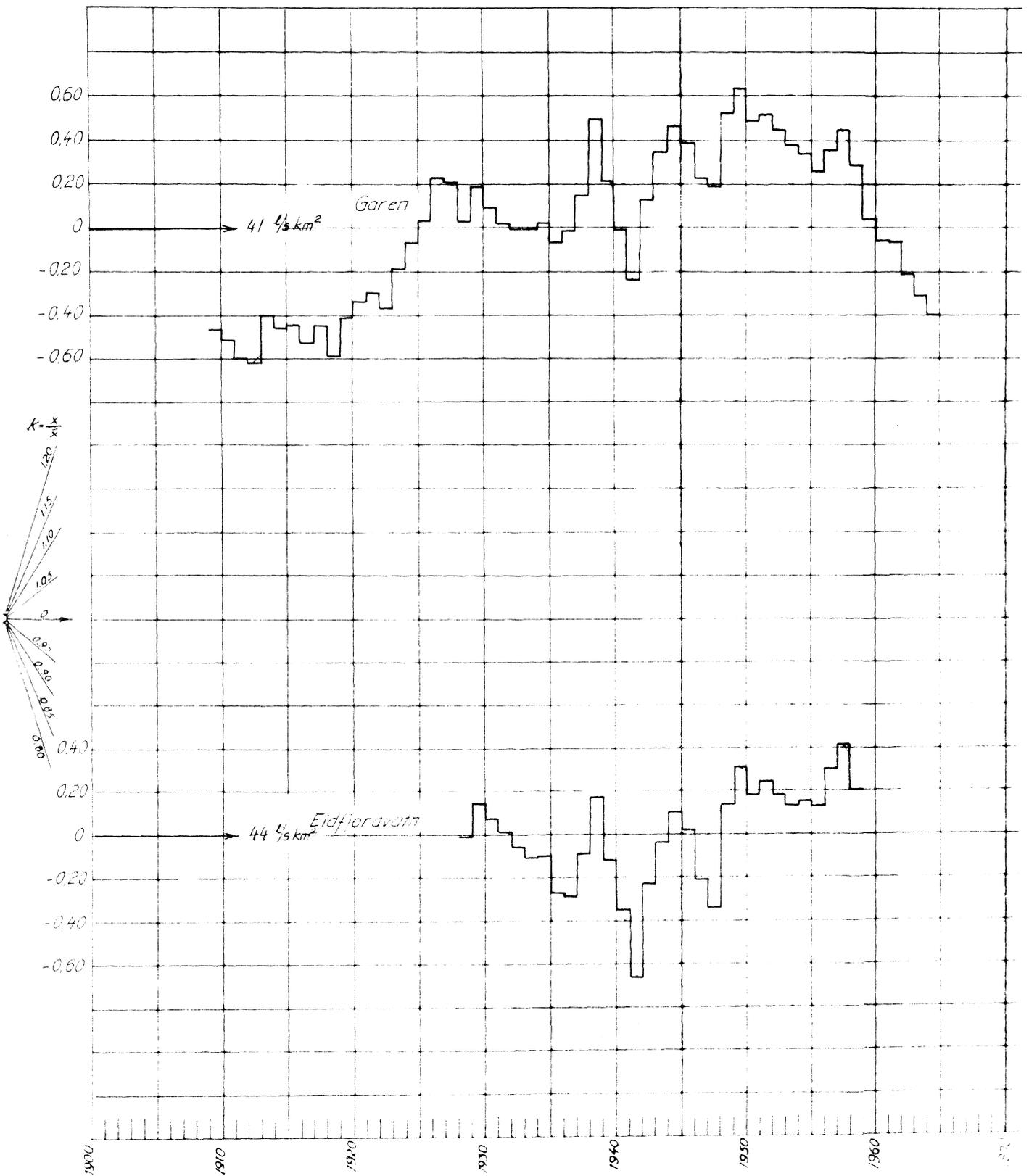
Sammenligner man variasjonsforløpene i fig. B-2¹⁻² med variasjonene ved Geilo nedb.st., ser man at Geilo i enkelte perioder varierer i takt med og i andre perioder er forskjellig fra disse. Vannføringene er derfor enkelte ganger "Østlands"-influert, andre ganger "Vestlands"-influert. Hva disse klimaendringene skyldes er foreløpig vanskelig å uttale noe om. Ved utbygginger av reguleringsmagasiner og kraftverk bør man imidlertid ha disse forskjellene for øye.

For Hardangerviddas vedkommende ser det ut som om grenseskillet mellom Østland og Vestland, klimatisk sett, går i nærheten av vannskillet. Våre undersøkelser viser derfor at man må være forsiktig i valg av nedbør- og avløpsmålinger ved vannprosjektering, slik at man ikke bruker f.eks. avlopsregistreringer fra en del av området til å beregne avløpet i andre deler, uten først å ha undersøkt variasjonene i de enkelte områdene. Å trekke klimaskiller basert på variasjonsforløpet er vanskelig på det nåværende tidspunkt, fordi de vannmerkene og nedbørstasjonene vi har hatt til rådighet er for få. Forøvrig kan disse undersøkelsene utvides ved å korrelere variasjonene innbyrdes.

Fig. B-2'

$\Sigma(k-1)$ VARIASJONER I ÅRSAVLØP

GAREN og EIDFJORDVATN



$\Sigma(k-1)$ VARIASJONER I ÅRSAVLOP

VIVELI og HOLEN

Fig. B-2²

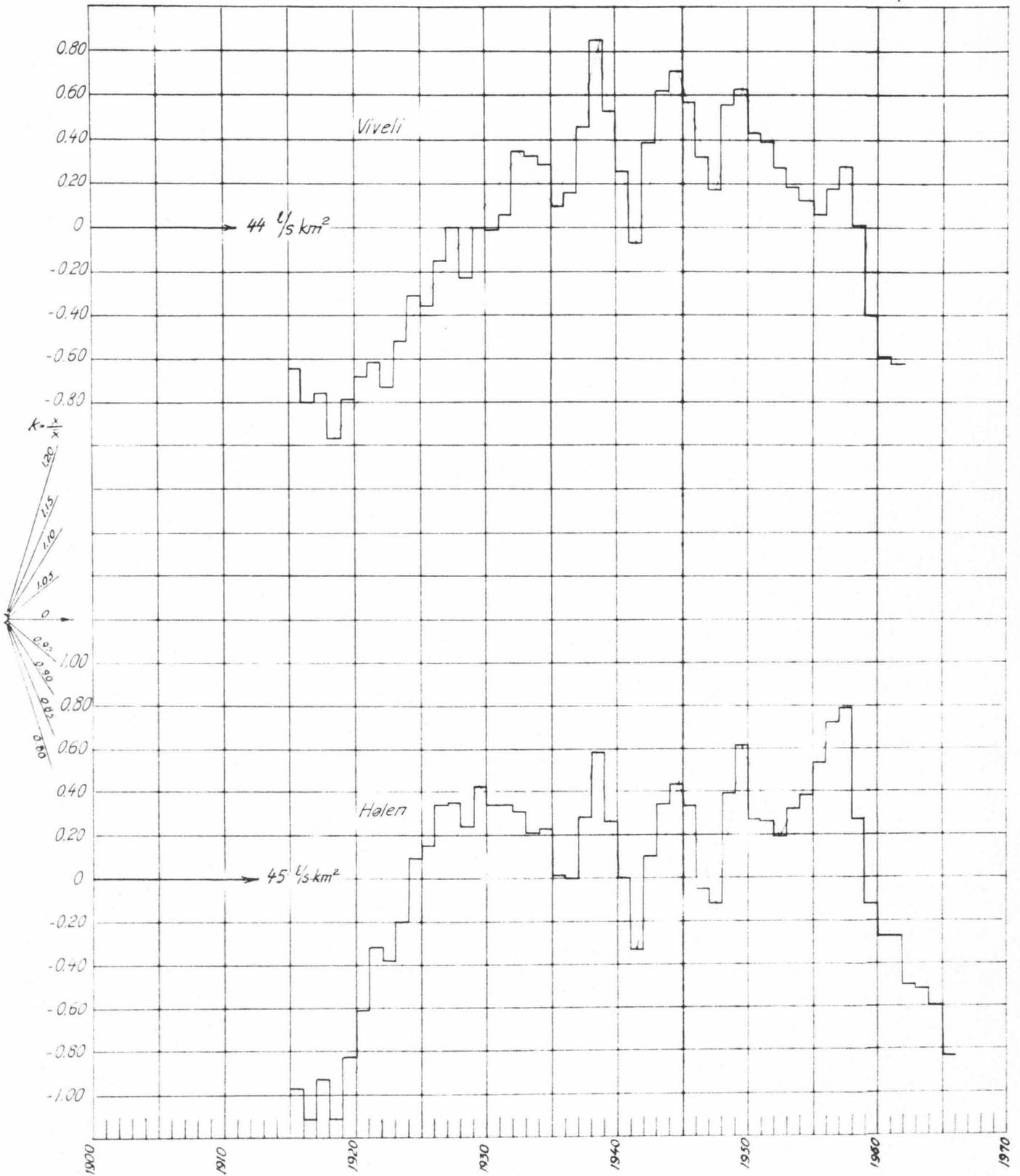


Fig. B-2³

VARIASJONER I ÅRSVÅLØP OG NEDBØR

$\sum_{i=1}^n (k_i) - a$

Geilo

Gruppe 7

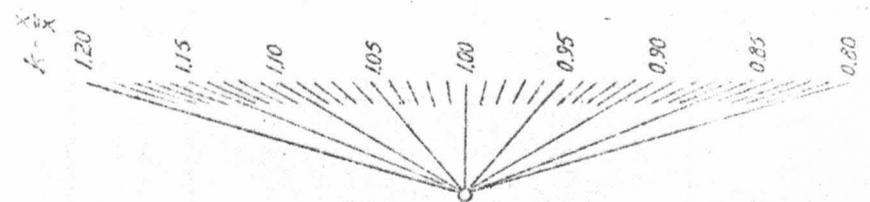
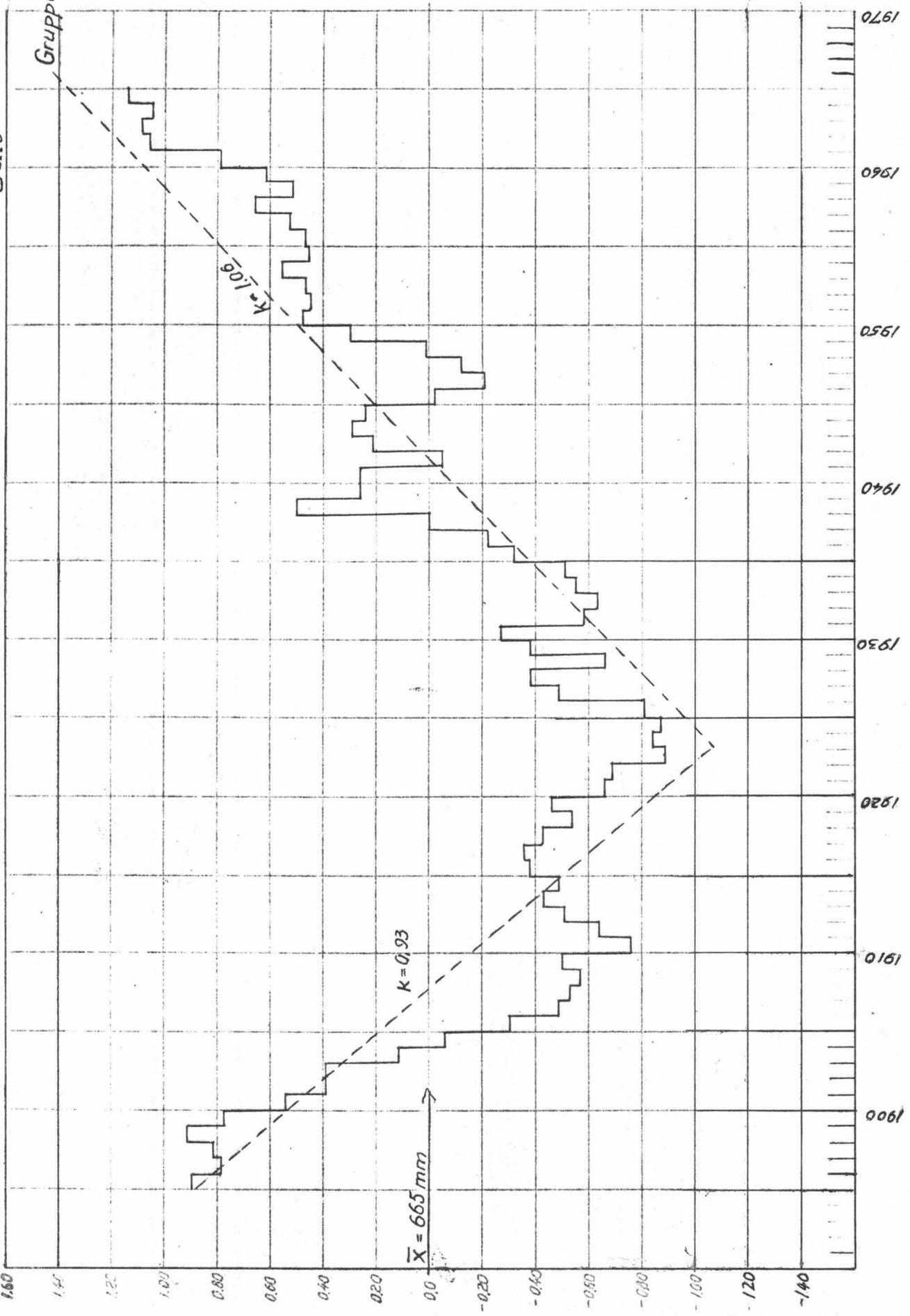
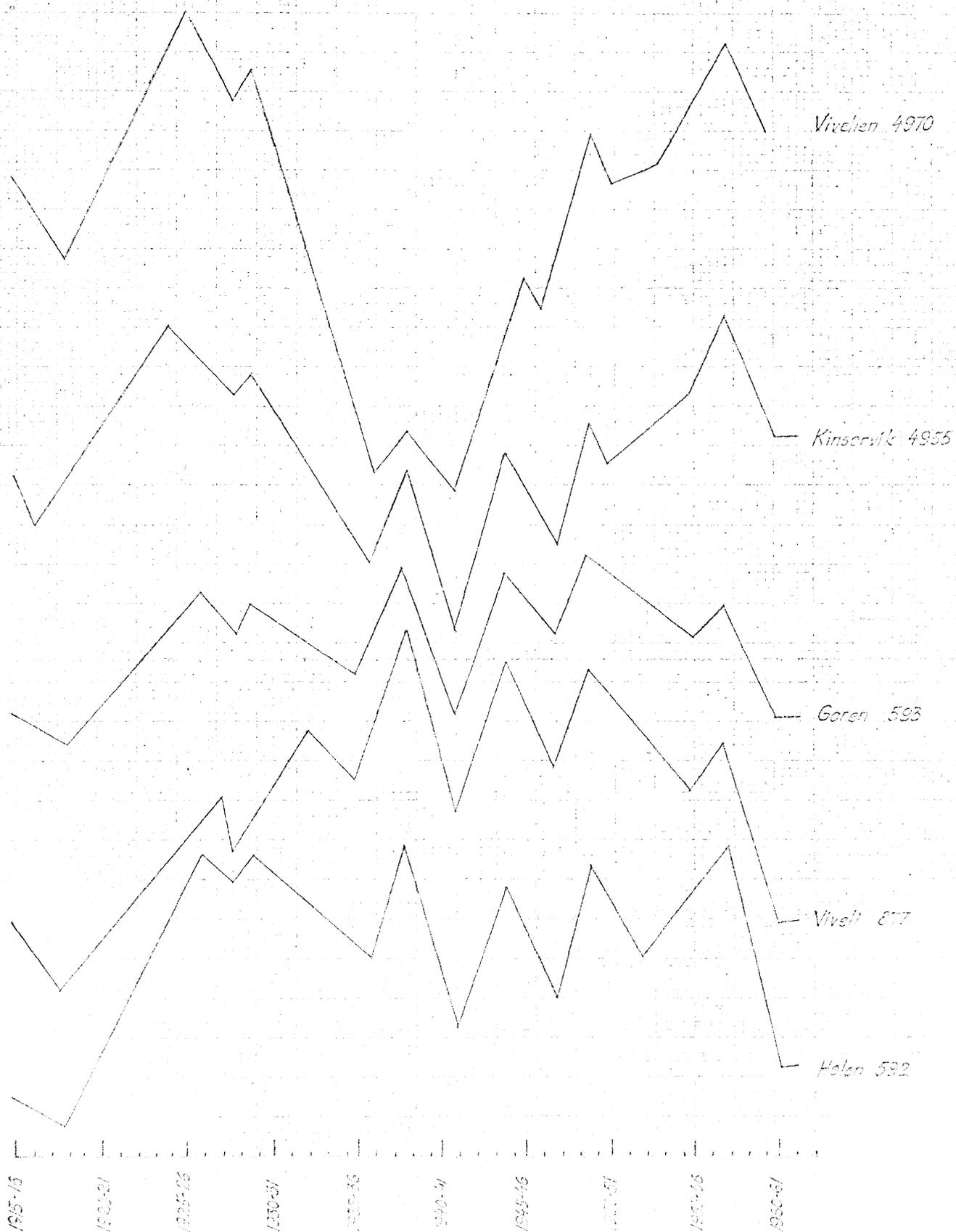
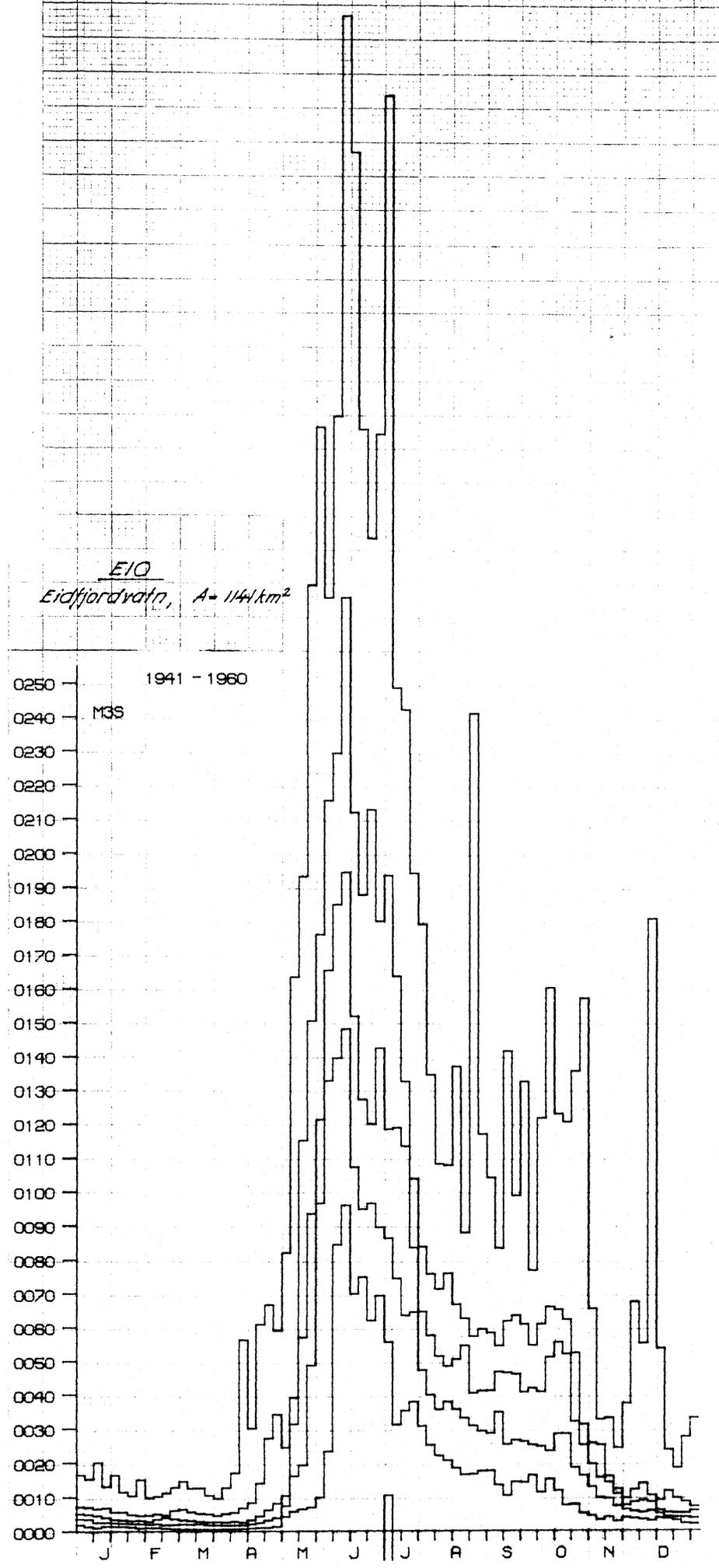


Fig. B-24

VARIASJONER I ÅRSVLOP OG ÅRSNEDBØR



OVERSIKT over AVLØP etter pentaderner 1941-60



M3S

Fig B-2^{5b}

OVERSIKT over AVLOP etter pentademidler

KINSO, Hølen A = 237 km²

1941 - 60

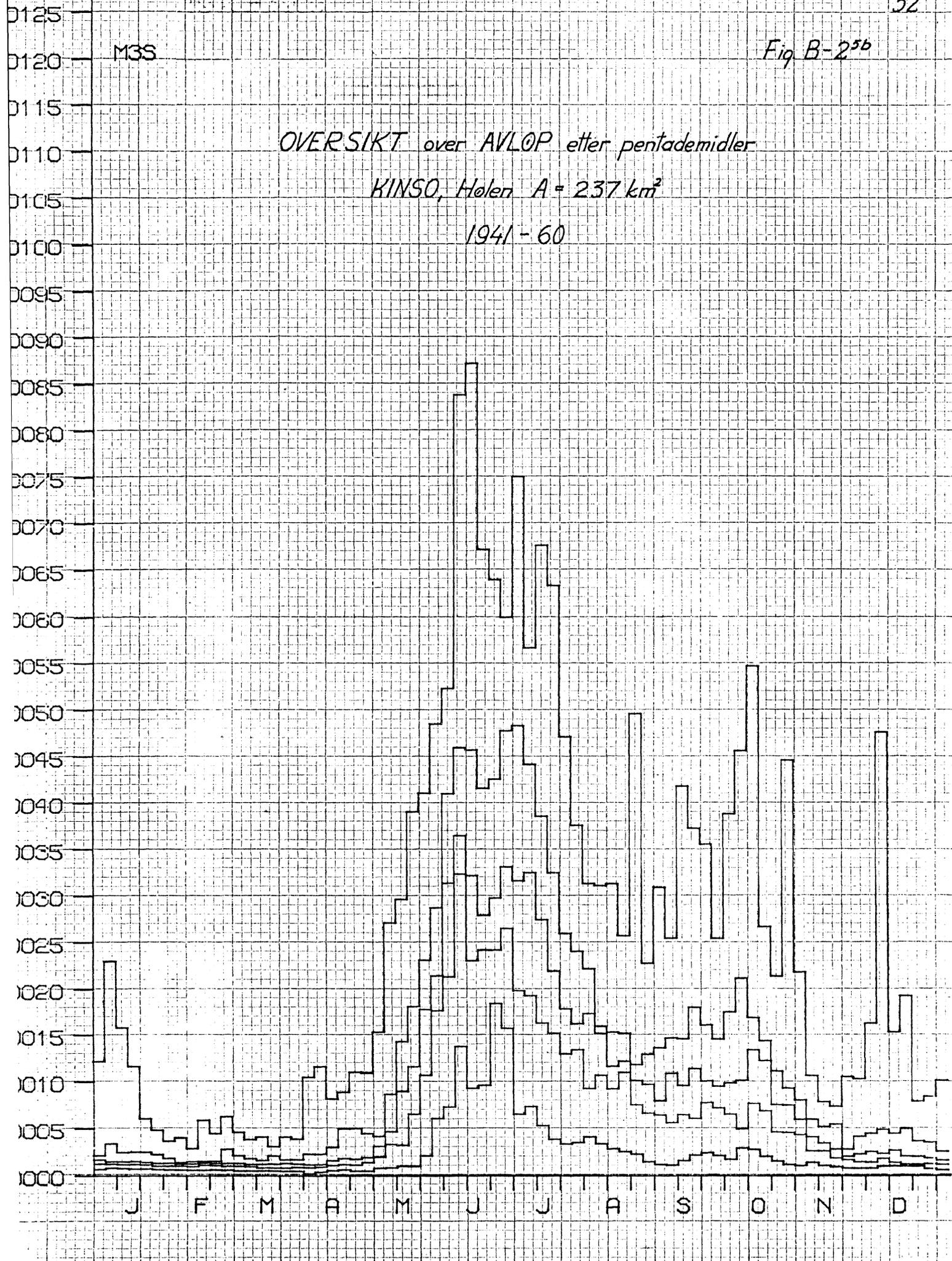
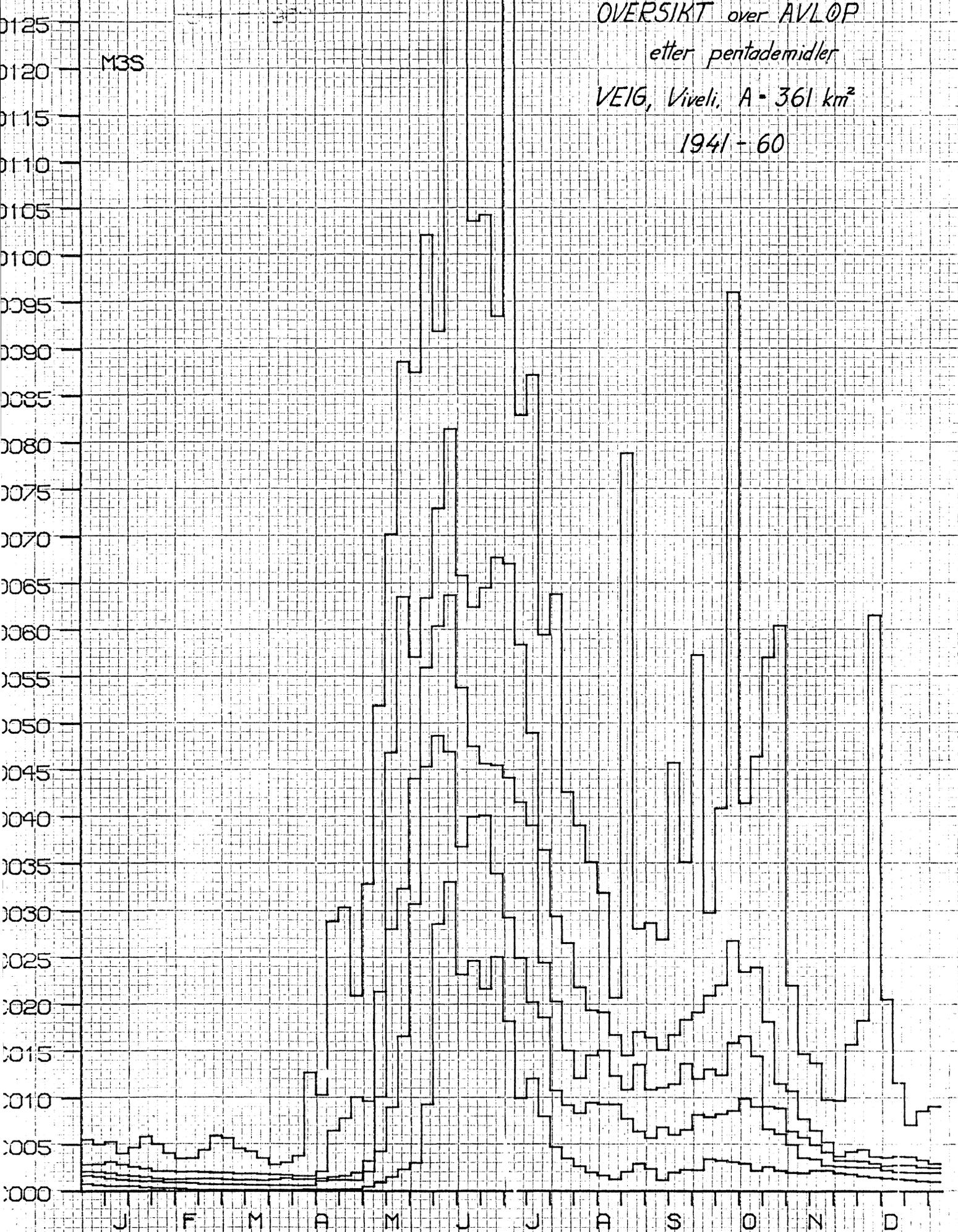


Fig. B-2⁵⁰

OVERSIKT over AVLØP
 etter pentademidler
 VEIG, Vivali, A = 361 km²
 1941 - 60



C. Oversikt over isforholdene.

En oversikt over islegging og isløsning etter observasjoner fra 1950 ved vannmerkene Viveli i Veig, Garen i Bjoreio og Eidfjordvatn er vist i tabellene C-1¹⁻³. Elva ved Hølen vannmerke går åpen.

I følgende tabell er gitt et utdrag av de beregnede karakteristiske data.

Karakteristiske data for islegging og isløsning.

		Isdann- else	Islagt	Isløs- ning	Isfritt	Merknad
Veig, Viveli	Tidligst	11/10	19/10	1/4	1/4	Elva delvis
	Median	29/10	12/11	3/5	16/5	islagt
	Senest	-	1/1	-	7/6	
Bjoreio, Garen	Tidligst	19/10	30/10	15/3	26/4	Elva delvis
	Median	8/11	13/12	20/4	11/5	islagt.
	Senest	18/11	1/1	-	24/5	
Eidfjordvatn	Tidligst	6/1	9/1	6/2	20/2	Ustabile isforhold
	Median	11/3	15/3	-	19/4	Islegges ikke hver
	Senest	-	-	-	-	vinter

Det mangler direkte oppgaver over isforholdene fra fjellsjøene lenger oppe i vassdragene.

Det kan nevnes at på den vestlige del av Hardangervidda f.eks. Halnefjord, Rødungen og Pålsbufjord, foregår isleggingen vanligvis i første halvdel av november. Isløsningen foregår vanligvis i første halvdel av mai. Mindre fjellsjøer er islagt omtrent til midten av juni.

Isforholdene på fjellsjøer er i stor grad avhengig av snøforholdene. Utvikling av isdekket foregår i korthet slikt: Etter at et isdekke har lagt seg, vil et snøfall tyngre isen ned. Den derav følgende oppvatning kan fryse til et sørpelag. Senere snøfall lager på denne måten et isdekke bestående av flere islag med vann imellom. I snørike vintre kan isens kvalitet på fjellsjøer bli meget dårlig, uavhengig av eventuelle reguleringer. Undersøkelse av isforholdene på høyfjellet er foretatt i Telemark, i områdene ved Uste, og for tiden også på Filefjell.

1. Mulige forandringer i vassdragets vinterforhold etter den planlagte regulering og utbygging.

a. Forholdene på reguleringsmagasinene.

Fjellsjøene som er knyttet inn i utbyggingsprosjektet er relativt små, men reguleringshøydene er forholdsvis store. Erfaringer viser at på magasiner uten vesentlig gjennomstrømming er isleggingen og isløsningen og delvis også utvikling av isdekket ikke særlig påvirket av reguleringen. De største forandringer i isforholdene kommer fra vannstandsvariasjoner. Nedtappingen medfører at strandsonen etter hvert blir tørrlagt og at det ved bratte strandkanter kan dannes landråker, sprekker i isen og oppvatning. Disse forholdene er til ulempe for vintertrafikken særlig i snørike vintre.

Av ulemper av mere lokal art kan nevnes dannelse råker og usikre isområder på grunne partier etter at magasinene er nedtappet. Disse kan medføre hindringer for spesielt skiløperne.

b. Forholdene på gjennomstrømte sjøer.

På sjøer med stor gjennomstrømming kan isforholdene bli relativt meget forandret. På grunne sjøer vil gjennomstrømmingsvann med en overtemperatur holde strømdraget åpent, og dette åpne partiet vil virke som en effektiv avkjølingsfaktor på vannmassene. I dypere sjøer vil de åpne partiene bare være rundt inn- og utløp. Men på grunn av gjennomstrømmingsvannets overtemperatur dannes det svakere isområder, åthull og andre fenomener som skyldes turbulente effekter i vannmassene. Disse områdene er til ulempe for vintertrafikken.

c. Elvestrekninger.

I denne planlagte reguleringen vil de berørte elvestrekningene få vesentlig mindre vintervannføring enn før, fordi den største delen av tilsiget blir holdt tilbake i magasinene.

Der hvor elveleiet er relativt dypt vil snøen dekke over dette, og hindre vannet i å virke vesentlig inn på forholdene. Men på de grunne partiene kan det dannes svell is, med derav følgende oppvatninger.

2. Mulige forandringer av isforholdene i indre del av Eidfjord ved øket ferskvannstilførsel fra de planlagte Erdal og Sima kraftverker.

Oppsummering av erfaringer fra undersøkelser i andre fjorder hvor større ferskvannsmengder blir sluppet gjennom.

De foretatte undersøkelser i Rombaksfjord, Ranafjord, Namsenfjord og andre, viser at isproblemene i våre fjorder er mer innviklet enn en fra først av skulle tro.

I en fjord er isdannelsen i høy grad avhengig av om det øverste vannlag (hvor avkjølingen foregår) blir t y n g r e når vannlagets temperatur avtar henimot frysepunktet eller om det blir lettere.

Sjøvann med saltinnhold over 24,7 ‰ blir tyngre når det avkjøles. Derfor vil et overflatelag med slikt saltinnhold ha en tendens til å synke når det blir avkjølt. Det oppstår en såkalt vintersirkulasjon. Denne nedsetter risikoen for islegging, eller hindrer den helt.

Sjøvann med saltinnhold mindre enn 24,7 ‰ kaller vi brakkvann (0 ‰ er ferskvann). Vann med saltinnhold mellom 20 og 25 ‰ har sin maksimale tetthet omkring frysepunktet. Det skal derfor relativt lite til av ytre påvirkninger før det synker ned og blir erstattet med varmere vann. Brakkvann med saltinnhold mindre enn 20 ‰ oppfører seg på liknende måte som ferskvann når det blir avkjølt hen i mot frysepunktet, dvs. at overflatevannet blir lettere når vannlagets temperatur avtar mot frysepunktet. Det har derfor en tendens til å holde seg øverst, avkjølingen øker stabiliteten i selve brakkvannslaget. Til dette kommer at brakkvannslaget har stor stabilitet i forhold til fjordens saltvannslag som det flyter på, og denne skikting er desto stabilere jo ferskere brakkvannslaget er.

På den annen side vil all påvirkning som skaffer omrøring i fjordens øvre lag minske risikoen for islegging. Skipstrafikken er virksom i denne retning, og ellers er det strøm og vind som har mest å si. Særlig vinden gir god blanding i overflatelagene, bryter saltholdighetsgradienten ned og reduserer stabiliteten. På steder hvor fralandsvind får drive overflatevannet ut av fjorden, strømmer det til erstatning forholdsvis varmt saltvann (bunnvann) opp til overflaten og forhindrer isdannelse. Tidevannsstrømmene er mest virksomme i trange og grunne sund, mens de ellers synes å spille en forholdsvis underordnet rolle på større dybder i forhold til vindstrømmer.

Generelt kan en si at en avstengt fjord islegges forholdsvis lett på den siden av terskelen hvor ferskvannstilførselen finner sted; særlig når landvinden stilner av. Kommer det et snøfall, blir risikoen for islegging meget stor. For det første vil snøsørpen dempe småbølger, og for det annet, og det er av større betydning, vil vannoverflaten avkjøles hurtig. Er overflatelaget allerede på forhånd nær frysepunktet vil snøsørpen fryse vesentlig fortere enn et vannlag av samme tykkelse. Under slike forhold gjelder det å sette i gang en effektiv oppbryting av det aller første isdekket, så flakene kan drive bort til åpent vann, eller holdes borte fra de råker som ferdselen trenger.

Det bør forøvrig føyes til at selv om det ikke er et ferskvannslag av betydning på fjorden, så kan et større snøfall skape snøsørpe i et nydannet tynt brakkvannsoverflatelag som har lett for å fryse til et isdekke. Under rolig og kaldt vær kan det bli et varig isdekke. Slik hendte i mange vintre i Rombaksbotn og Ranafjord før i tiden.

Erfaringer fra Sør-Ranafjord viser at hvis en fjord får så stor tilførsel av ferskvann om vinteren at det blir dannet et overflatelag av mindre salt brakkvann, vil dette brakkvannslaget få øket stabiliteten under kuldeperioder. Dette har ført til at Sørfjorden og Elsfjorden har lett for å islegges vesentlig tidligere enn før. Strømmen av brakkvann ut fra Skarpsund har øket. Den gjør seg særlig gjeldende på fjordens østside, med utløpere som bøyes inn i buktene ved Sund og Hemnesberget. Strømmen er mest merkbar ved ebbe sjø. I det kalde brakkvannet har det lett for å danne skjellis, som av strømmen føres inn i buktene hvor det da lett kan fryse sammen til et fast isdekke. Dette gjentar seg gjerne flere ganger i vinterens løp. Videre viser observasjonene at tidevann og vind ofte bryter opp isen ytterst i Skarpsundet. Strømmen kan da drive isflak i store mengder inn i buktene ved Sund og Hemnesberget. På vestsiden av Sundfjorden, og i sundet ved Hemnes, gjør brakkvann seg mindre gjeldende.

Man forstår at temperatur- og saltforholdene i fjorden betyr meget for isleggingen. For tiden legger isen seg ofte i Simadalsfjorden, slik at vannet der inne, selv med den lille vintervannføringen som hittil forekommer, sannsynligvis er relativt brakt. Det samme må også kunne sies om Ulvikpollen og Osafjorden.

Det maksimale vannforbruket i de prosjekterte kraftstasjoner er for Simas vedkommende ca. 80 m³/s, for Erdal 64 m³/s. Vanntilførselen gjennom Simadalsfjorden, vil i 1 døgn være 6,67 mill. m³. Dette vil gi et vannlag med 1 m tykkelse på 6,67 km² flate, og det kan dekke Simadalsfjorden på 2,8 km² i løpet av 6 timer. Hele Eidfjord til Osafjorden på ca. 25 km² vil bli fylt med et slikt vannlag i løpet av 3-4 døgn. Kommer Erdal i tillegg, vil Eidfjord bli dekket i løpet av ca. 2 døgn.

Varmetapet ved middels kulde (sterk østenvind og -5 °C, eller svak vind og -10 °C) er ca. 5 kcal/daa og sek., eller 43 kcal/dm² og døgn. Det kan avkjøle et islag på 4,3 tykkelse 1 °C, eller et lag av tykkelse 1 m 4,3 °C, eller produsere et isdekke på 5 cm i løpet av 1 døgn.

Lav lufttemperatur er en nødvendig, men ikke tilstrekkelig betingelse for isdannelse under nåværende forhold. Men med et betydelig ferskvannslag over saltvann vil isleggingen inntre lettere når overflaten har nådd frysepunktet. Erfaringene viser at øket ferskvannstilførsel gir hyppigere og mere omfangsrike isdannelser under ellers like meteorologiske og hydrologiske forhold.

I Eidfjorden vil den økende ferskvannstilførselen om vinteren fra kraftverkene skape en større vestgående strøm i overflaten ut fjorden.

Fjorden er åpen og dyp og er derfor mindre berørt av tidevannsstrømmene. Det er hovedsakelig landvind som kan sette igang en strøm av oppstigende varmere saltvann som motvirker isdannelse. I kuldeperioder blir vannmassene mere og mere avkjølt jo lengre ut i fjorden man kommer. En må regne at denne avkjølingen blir mere virksom p.g.a. stabiliteten av vannmassene og ved fralandsvind vil isleggingsfaren være størst et stykke ut i fjorden.

Det sparsomme observasjonsmateriale som hittil foreligger, er for knapt til å gi noen uttalelse om hvor store endringene vil bli m.h.t. isforholdene etter den gjennomførte reguleringen.

Vi vil dog peke på at man kan vente problemer i Simadalsfjorden, rundt tettbebyggelsen Eidfjord, og vanskeligheter i Osafjorden og Ulvikpollen, spesielt under vedvarende vestenvind og temperaturer noe under frysepunktet (p.g.a. brakkvannstilsig fra Eidfjorden).

3. Forslag til spesielle undersøkelser i vassdraget og fjordarmene.

Erfaringene viser at spesielle observasjoner av vinterforholdene må innhentes så tidlig som mulig før reguleringen settes igang, og sammenlignes med observasjoner i tiden etter reguleringen. Forholdene varierer meget fra år til år og fra sted til sted. Det er ^{ikke} mulig å overføre observasjonsresultater fra et sted til et annet.

I vassdraget hvor isforholdene er av betydning for vintertrafikken, må det settes igang undersøkelser av isens utvikling og trafikkforhold i tiden før reguleringen.

På de gjennomstrømte sjøene er det av stor betydning å få undersøkt temperaturforholdene før og etter reguleringen. Dybdekart over disse sjøene bør skaffes tilveie.

Når det gjelder isforholdene i Eidsfjorden, bør det settes igang målinger av temperatur- og saltforhold i utløpet av Simadalsfjorden, utløpet av Osafjorden og i Osafjorden ved utløpet av Ulvikpollen, og i Eidsfjord på strekningen Aldalene - Kvernanga, samt i bukten ved Eidfjord kaianlegg. Samtidig bør de nåværende isforholdene undersøkes nærmere. Det er innhentet kopier av hydrografiske originaler av dybdekart over Eidsfjorden i målestokk 1 : 20 000.